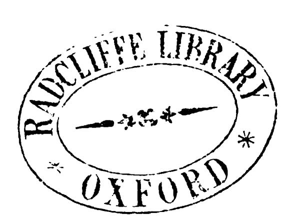

RADCLIFFE LIBRARY
OXFORD



Die Laryngoscopie an Thieren.

4

Die

Laryngoscopie an Thieren.

Experimentelle Studien

aus dem

physiologischen Institut in Tübingen.

Von

Dr. **Georg Schmidt,**
pract. Arzt in St. Petersburg.

Mit 3 Steindrucktafeln.

Tübingen, 1873.
Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung.

Druck von H. Laupp.

Vorwort.

Herrn Professor Vierordt, dem ich das Thema zur vorliegenden Arbeit verdanke und der mich im Verlauf derselben unausgesetzt mit Rath und That unterstützte, sage ich meinen ergebensten Dank. Mögen diese Studien, die für meine speciellen, wissenschaftlichen und practischen Zwecke um so förderlicher wurden, je grösser die Schwierigkeiten waren, die der Reihe nach in einer mehrmonatlichen ununterbrochenen Arbeit überwunden werden mussten, auch Anderen einigen Nutzen bringen, namentlich Solchen, welche die überaus lohnende Laryngoscopie an Thieren im physiologischen, pathologisch-diagnostischen oder chirurgisch-operativen Interesse verwenden und weiter fortbilden wollen.

Tübingen, Februar 1873.

G. Schmidt.

Inhalt.

Die Anwendung des Kehlkopfspiegels war bis jetzt ausschliesslich auf den Menschen beschränkt, indem die Laryngoscopie nicht bloss der Diagnostik und Therapie die eminentesten Dienste leistete, sondern auch, seit Czermak, vielfach zur Untersuchung des physiologischen Vorganges bei der Stimmbildung des Menschen benützt worden ist.

Der Mensch ist in der That vorzugsweise geeignet, um die äusseren Vorgänge der Larynxthätigkeit an sich beobachten zu lassen; die Verwendung der Laryngoscopie zu eigentlich experimentellen Zielen setzt dagegen die Zuhülfenahme des thierischen Larynx voraus. Bei der Wichtigkeit der Sache ist es auffallend, dass bis jetzt noch keine Versuche gemacht worden sind, um die Laryngoscopie in dieser Richtung zu verwerthen.

Ich gieng desshalb mit grossem Interesse auf den Vorschlag des Herrn Professor Vierordt ein, im Tübinger physiologischen Institut, in welchem ich, zum Zwecke der Einübung der physiologischen Technik, längere Zeit arbeitete, speciell laryngoscopische Versuche an lebenden Thieren anzustellen. Herr Prof. Vierordt gab mir zugleich sämmtliche Technicismen an und stellte die sonstigen Hülfsmittel seiner Anstalt zur Disposition, um die Untersuchungen möglichst vielseitig durchführen zu können.

Die Laryngoscopie am Thiere bietet die nachfolgenden grossen und durch nichts anderes zu ersetzenden Vortheile:

1) man kann auf experimentellem Wege willkürlich isolirbare Läsionen an Nerven, einzelnen Muskeln oder einzelnen Schleimhautpartien des Kehlkopfes machen, und deren Wirkungen durch den Spiegel constatiren;

2) es ist möglich, Substanzen auf die Stimmbänder direkt zu appliciren und deren pathologische, toxische und therapeutische Localwirkungen festzustellen;

3) das Thier kann als vortreffliches Uebungsobject für die laryngoscopische Technik und zur bequemen Demonstration in Vorlesungen dienen. Was die erstere Verwendungsweise betrifft, so ist der Larynx des lebenden Thieres ein geradezu unschätzbares Object zur Einübung für den Operateur. Die Kleinheit der Dimensionen bei der Katze, unserem Versuchsthier, wird nicht wohl zum Vorwurf gereichen können; im Gegentheil, es ist besser, wenn das Einübungsobject etwas grössere Hindernisse bietet, als der viel geräumigere menschliche Larynx, das schwierige Operationsfeld für die praktische Chirurgie. Laryngoscopische Einübungen an der Leiche, oder an Modellen, gewähren nicht entfernt einen Ersatz für den Larynx des lebenden Thieres, welcher in dieser Hinsicht nicht etwa ein dürftiges Surrogat, sondern ein vollständig genügendes Aequivalent für den menschlichen Larynx bietet. Der Arzt hat hier die bequemste Gelegenheit, manche Operationen, die in der Praxis vorkommen, anzustellen; ferner sich in der Berührung der im Spiegelbild erscheinenden einzelnen Stellen des Kehlkopfes, sowie in zahlreichen instrumentellen und sonsti-

gen therapeutischen Handhabungen auf das Minutiöseste einzuüben. Wer die erforderliche operative Gewandtheit am Larynx der Katze erlangt hat, dem werden die Operationen an dem viel grösseren Larynx des Menschen alsdann geringere Schwierigkeiten bieten.

Auch zu Demonstrationen vor einem grösseren Publicum ist der Larynx der Katze ein höchst werthvolles Hülfsmittel; Hr. Prof. Vierordt zeigte in seinen Vorlesungen unlängst jedem einzelnen der schnell nach einander zur Beobachtung herantretenden Zuhörer das Spiegelbild des Larynx in der Respirationsstellung und in der, durch den Experimentator in jedem Augenblick sogleich hervorzubringenden, Intonationsstellung in verhältnissmässig kurzer Zeit.

Was die vor-laryngoscopische Technik betrifft, so durchschnitt Longet zur unmittelbaren Besichtigung der Stimmbandbewegungen lebender Thiere die Membrana hyothyreoidea und zog den Kehlkopf etwas nach vorn, mit der Vorsicht, die Nervi recurrentes nicht zu schädigen. Er konnte die Bewegungen der Stimmbänder direkt beobachten. Die früher allein mögliche Anwendung dieses, an sich schon mangelhaften und mit uncontrollirbaren Nebenstörungen verbundenen, grausamen Verfahrens wäre heutzutag ein experimentalphysiologischer Rückschritt. Traube, Schiff und Andere wandten analoge Verfahrungsweisen an, Schiff[1]) beobachtete ausserdem, nach Ablösung der Trachea, die Stimmbandbewegungen von unten her.

Besser ist die Methode der einfachen Inspection des

1) Archiv f. physiol. Heilkunde. 1847. S. 703.

Kehlkopfes lebender Thiere von der Mundhöhle aus. Dieselbe wurde, meines Wissens, zuerst von Dr. Nawratil [1]) in Pesth wiederholt angewandt, um die Wirkung der Durchschneidung der Kehlkopfnerven auf die Form der Stimmritze und die Bewegungen der Stimmbänder zu untersuchen. Nawratil hat jedoch den Kehlkopfspiegel zu diesem Ziele nicht verwendet; er versetzte die Thiere in tiefste Narkose, liess durch einen Assistenten mittelst Schnüren den Mund weit öffnen und durch einen zweiten Gehülfen die Zunge kräftig herausziehen. Der Experimentator zog sodann den Kehldeckel mittelst einer langen Pincette nach vorn und hatte dann, sammt den Umstehenden, einen deutlichen Einblick in die Kehlkopfhöhle. Ohne Anwendung des Kehlkopfspiegels ist aber unter diesen Versuchsbedingungen die Stimmritze unmöglich in ihrer ganzen Länge zu übersehen.

Es wurden von Nawratil 6 derartige Versuche gemacht; 5 Mal an Hunden und 1 Mal an einer Katze.

Die Durchschneidung des oberen Kehlkopfnerven ergab in allen 6 Versuchen ein negatives Resultat, bezüglich der Stimmbandbewegungen.

N. accessorius Willisii wurde an seinem Ursprung zwischen Atlas und Epistropheus durchschnitten, so dass etwa $^1/_4$ vom Querdurchmesser des Rückenmarkes eingeschnitten wurde. Das Resultat war in 4 Fällen auch negativ.

Nach Durchschneidung des unteren Kehlkopfnerven erfolgte immer vollkommene Lähmung des Stimmbandes,

---

1) Versuche an Thieren über die Function der Kehlkopfnerven. Berliner klinische Wochenschrift 1871. Nr. 33.

Aryknorpels und der Kehldeckelhälfte der betreffenden Seite.

Bei beiderseitiger Durchschneidung des Recurrens, nimmt die Stimmritze die Stellung, wie im Tode ein.

Aus diesen Versuchen zieht Dr. Nawratil folgende Schlüsse:

Der N. laryngeus sup. hat keinen Einfluss auf die motorische Sphäre des inneren Kehlkopfes.

Der N. laryngeus inf. s. recurrens vagi steht der Anspannung der Stimmbänder, der Erweiterung und Verengerung der Stimmritze ausschliesslich vor.

Der N. accessorius Willisii ist — im Gegensatz zu der in neuerer Zeit gültigen, durch Bischoff und Longet begründeten, Annahme — auf die Stimmbandmuskeln ohne (?) allen Einfluss.

I. Technik.

Mit Recht stellte Prof. Vierordt an unsere laryngoscopischen Versuche die Forderung, dass das Thier durch die Einbringung des Kehlkopfspiegels nicht wesentlich belästigt werden dürfe, so dass die Beobachtungsresultate den Anspruch haben, als reine Ausdrücke der zu untersuchenden Vorgänge gelten zu können. In der That wird durch unser Versuchsverfahren das Thier so wenig belästigt, dass es viele Tage lang und täglich zu wiederholten Malen, zur beliebig langen, $^1/_2$ — bis selbst 1 Stunde andauernden, ungestörten Beobachtung gebraucht werden kann. So lange fortgesetzte Beobachtungen kann selbst ein an die Einführung des Spiegels auf das Allerbeste gewöhnter Mensch nicht entfernt

ertragen. Narcotica wurden selbstverständlich nicht verwendet und brauchten nicht verwendet zu werden. Ferner soll eine bequeme Technik unter möglichster Vermeidung einer Assistenz zum sicheren Ziele führen; auch diese Aufgabe gelang in wünschenswerthester Weise. Die laryngoscopische Beobachtung der Katze kann, ohne jede weitere Beihülfe, von dem Experimentator allein beliebig lang fortgesetzt werden.

Ich verwendete zuerst Kaninchen; aber wegen der Schmalheit des Schlundkopfeinganges, der Tiefe der Mundhöhle, der Kleinheit des Kehlkopfes und der durch diese Dimensionen bedingten Kleinheit des anwendbaren Kehlkopfspiegels kam ich am lebenden Thier nicht zum Ziel. Am todten Thier erhielt ich übrigens ein nicht unbefriedigendes Bildchen des Kehlkopfes. Nach diesen fruchtlosen Versuchen, die keine geringe Mühe verursachten, ging ich zur Katze über und hatte seitdem keine Ursache, andere Versuchsthiere zu wählen. Gleichwohl ist die laryngoscopische Untersuchung anderer Thierspecies im Interesse einer allseitigen Erforschung der hier sich darbietenden physiologischen und pathologischen Fragen in hohem Grade wünschenswerth.

Die Katze ist ein laryngoscopisches Thier ersten Ranges; die Zahnreihen lassen sich, ohne Beeinträchtigung des Thieres, beliebig weit von einander entfernen; die Mundhöhle ist kurz, der Schlundkopfeingang genügend breit; der Kehlkopf zeigt eben noch ausreichende Dimensionen um ein höchst zierliches und genügend detaillirtes Spiegelbild zu geben; die Geneigtheit des Thierchens zur Intonation lässt, wie man weiss, nichts zu wünschen übrig und haben die meisten meiner Katzen

durch ihr bereitwilliges Miauen, zu dem sie die Versuchsumstände zwangen, jeder wünschenswerthen Anforderung genügt.

Die Katze wird in einen viereckigen hölzernen Kasten gebracht, dessen Dimensionen so genommen sind, dass der ganze Körper, mit Ausnahme des Halses und des Kopfes, den Kastenraum völlig ausfüllt. Der Kasten hat einen nach rückwärts geneigten Verlauf, so dass der Urin, der etwa gelassen wird, durch ein angebrachtes Loch nach aussen in eine untergestellte Schale ablaufen kann. Die Kastendecke wird aus zwei Brettern gebildet, die eingeschoben werden können. Jedes Brett hat an seiner, dem anderen Brett zugewandten Kante, einen Ausschnitt von Halbkreisform; das vordere Brett, das schon vor Einbringung des Thieres in den Kasten eingeschoben ist, ist sehr schmal (6 Ctm.). Ist das Thier in den Kasten gebracht, so wird das hintere Brett eingeschoben; beide halbkreisförmigen Ausschnitte bilden nunmehr zusammen ein rundes Loch von 8 Ctm. Durchmesser, aus welchem der Hals der Katze bequem hervorragt.

Der Körper des Thieres ist somit unbeweglich fixirt; es handelt sich also nur noch, den Kopf des Thieres absolut unverrückt zu halten. Zu dem Zwecke ist auf das vordere schmale Schieberbrett ein kleiner Klotz von hartem Holz aufgeschraubt, der im Allgemeinen eine viereckige Form hat, 10 Ctm. lang (senkrecht zur Längsrichtung des Kastens), 5 Ctm. breit und 5 Ctm. hoch ist. An seiner (dem Thiere zugewandten) Hinterseite ist der Klotz mit einem halbkreisförmigen Ausschnitt versehen, zur Aufnahme des Halses des Thieres. In der

Mitte ist der Ausschnitt zugleich nach vorn und aufwärts geneigt, damit dem Hals des Thieres eine schiefe Stellung nach vorn und aufwärts gegeben werden kann. Der obere Rand der Vorderwand des Klotzes ist in der Mitte mit einem halbmondförmigen Ausschnitt von 2½ Ctm. Breite und 1½ Ctm. Höhe versehen. Dieser Ausschnitt dient zur Aufnahme des Unterkiefers des Thieres, seine Ränder gehen nach rückwärts und abwärts in den schon erwähnten Ausschnitt für den Hals über.

Zum Offenhalten des Mundes dient ein Mundsperrer von Stahl. Derselbe besteht aus einer 7 Ctm. langen und 1 Ctm. breiten Platte, auf welche, an jedem Ende ein 3 Mm. dicker und 9 Ctm. langer, runder Stahlstab senkrecht befestigt ist. Beide mit einander parallele Stahlstäbe stehen 5½ Ctm. von einander ab. Der Abstand beider Stahlstäbe ist desshalb so bedeutend genommen, um in der Einbringung und Fixirung des Kehlkopfspiegels nicht gehemmt zu sein. Beide Stäbe durchbohren eine zweite (obere) Platte, welche längs der Stäbe verschoben werden kann. Diese Platte ist in der Mitte mit einer schwachen Convexität nach aufwärts versehen, sie ist bloss 4 Mm. breit und mit ihrer oberen Fläche etwas nach rückwärts, mit der unteren etwas nach vorwärts geneigt.

Man bringt den Mundsperrer, dessen beide Platten vorerst einander sehr nahe stehen, zwischen die Zahnreihen, schiebt dann die obere Platte so weit nach aufwärts bis der Mund weit geöffnet ist und fixirt die Platte mittelst zweier Schrauben gegen die beiden runden senkrechten Stahlstäbe. Beide Platten stehen ge-

wöhnlich 3 Ctm. von einander ab; der Abstand kann aber erforderlichen Falles noch erheblich gesteigert werden. Von der einen Seitenwand des Klotzes, auf welchem der Hals und Unterkiefer liegt, geht ein Riemen ab, der um den Nacken und Hinterkopf des Thieres gelegt und an der anderen Seitenwand des Klotzes befestigt wird. Jetzt ist der Kopf des Thieres so absolut fixirt, dass die Beobachtung ohne weitere Assistenz in aller Bequemlichkeit ausgeführt werden kann.

Zum Hervorholen und Festhalten der Zunge dient eine 10 Ctm. lange Pincette mit gekreuzten Branchen, welche durch ihre eigene Federkraft schliessen. Eine Schraube kann den Druck erforderlichen Falles steigern. Das freie Ende jeder Branche ist 1 1/2 Ctm. breit, um die Zungenspitze in gehöriger Breite fassen zu können. Die Innenfläche jeder Branche ist mit Tuch ausgekleidet, um den Druck auf die Zunge zu mässigen. Das Verbindungsende beider Branchen ist mit einem kleinen Loch versehen, durch welches eine Schnur geführt wird, an die ein Gewicht von 250 Grammen gebunden ist. Der durch das Gewicht verstärkte Zug der Pincette zieht die Zunge gehörig hervor und hält dieselbe vollkommen unbeweglich. Die Zunge erleidet trotz des kräftigen Druckes und Zuges keine Beeinträchtigung; die Pincette kann halbstundenlang die Zunge comprimiren, ohne irgend welche schädliche Nachwirkung. Damit die Zunge nicht durch die scharfen Zähne des Unterkiefers verletzt wird, muss auf die Zähne eine kleine Platte von Leder oder Kautschuk gelegt werden.

Bei der laryngoscopischen Untersuchung muss man auf die Stellung des Kopfes des Thieres und auf eine

richtige Lage der hervorgezogenen Zunge Acht geben, weil man im Unterlassungsfall Gefahr laufen würde, artefacte unsymmetrische Spiegelbilder der Theile des Kehlkopfes zu bekommen. Hat z. B. der Kopf eine stärkere Neigung nach rechts, oder liegt die hervorgezogene Zunge mehr in der rechten Hälfte der Mundspalte, so wird die linke plica ary-epiglottica mehr gespannt als die rechte. Unter diesen Umständen verläuft die Rima glottidis, bei der Intonation nicht genau in der Medianlinie, sondern sie zeigt eine sehr schwache Knickung an den Vorderenden der Glottisplatten (s. S. 16) der Aryknorpel. Die Bänder- und Stimmfortsatzglottis weicht nämlich ein klein wenig nach rechts, die Aryglottis aber nach links von der Medianlinie ab. Selbst der Kehldeckel wird unter diesen Bedingungen etwas nach rechts geneigt.

Daraus geht hervor, dass sowohl die hervorgezogene Zunge, als der Kopf des Thieres eine möglichst gerade Richtung nach vorwärts, während der laryngoscopischen Untersuchung haben muss. — Auf die genaue Einhaltung dieser Vorschrift kann ich nicht genug aufmerksam machen.

Der Experimentator hat also beide Hände für den Kehlkopfspiegel und für den Gebrauch anderweitiger Instrumente frei.

Die Intonationsform der Glottis kann sehr häufig beobachtet werden, da die in den Apparat gebrachte Katze ihre Stimme häufig ertönen lässt. Intonirt das Thierchen nicht spontan, oder will man genau auf die Intonation vorbereitet sein oder die Intonationsform zahlreichen Beobachtern der Reihe nach vorführen, so bringt

ein Druck auf ein Ohr sogleich einen Stimmton ganz sicher hervor.

Brechbewegungen oder wirkliches Erbrechen, was doch wohl in Einzelfällen zu befürchten gewesen wäre, kamen niemals vor.

Nur sehr selten (s. § III.) bietet der Kehldeckel gewisse Hindernisse. Um ihn zu fixiren, dient eine Pincette mit gekreuzten Branchen. Diese Pincette liegt auf der Zunge und ist desshalb sehr stark gekrümmt. Das Instrument kann sehr wohl entbehrt werden.

Die Respiration geht ruhig und ungestört von Statten; um vorübergehend etwas Athemnoth und heftigere Stimmbandbewegungen zu erzeugen, wird durch einen Gehülfen eine um den Hals lose geschlungene Schnur nach rückwärts etwas angezogen.

Der Kehlkopfspiegel, welchen ich benütze, hat eine elliptische Gestalt, 16 ½ Mm. Länge und 13 Mm. Breite; der Stiel, sammt dem Handgriff 17 Cm. lang, bildet mit dem Spiegel einen Winkel von ungefähr 145°; ein Winkel von 125° wäre nicht zweckmässig. Gewöhnlich wurden Stahlspiegel verwendet. Glasspiegel reflectiren zwar mehr Licht, sie sind aber wegen ihrer grösseren Dicke in unserem Fall weniger gut verwendbar [1]).

Als Lichtquelle genügt eine gute Petroleumlampe, die ihr Licht auf einen schwach gekrümmten Concavspiegel wirft. In seinem classischen Werk »Die Laryngoscopie u. s. w.« Tübingen 1865, Seite 27, beschreibt Bruns einen »kleinen Beleuchtungsapparat«,

---

1) Sämmtliche in diesem Schriftchen erwähnten Instrumente zur Laryngoscopie an Katzen verfertigt Instrumentenmacher Dubois in Tübingen in vortrefflicher Weise.

der auch für unsere Zwecke sehr empfehlenswerth ist und den ich vielfach anwandte. Sehr tauglich ist derselbe, da dessen Beleuchtungsspiegel fixirt ist, um einer Reihe von Beobachtern das Spiegelbild möglichst schnell zu demonstriren. Seine Einrichtungen kann ich hier als bekannt voraussetzen.

Zur Verwendung des Sonnenlichtes bot der Winter 1872/73 auffallend selten Gelegenheit. Ich beobachtete einigemal mit Hülfe des durch einen Heliostaten auf den Kehlkopfspiegel geworfenen Sonnenlichtes, welches eine Helligkeit des Larynxspiegelbildes ergibt, die alle anderen Beleuchtungsmittel bekanntlich weit übertrifft.

Ich darf übrigens die Bemerkung nicht unterlassen, dass auch ohne Anwendung des Kehlkopfspiegels von der Mundhöhle aus eine directe Ocularinspection des Larynx der Katze möglich ist. Wenn man mittelst des Mundsperrers die Zahnreihen sehr weit (weiter als es für die Anwendung des Kehlkopfspiegels erforderlich ist) von einander entfernt und mittelst der Zungenpincette die Zunge stark hervorzieht, so übersieht man, wenn ein Concavspiegel das Licht der Petroleumflamme in den Rachen reflectirt, den grössten Theil der Stimmbänder. Mit dem vollkommenen, den ganzen Larynx zur Anschauung bringenden, Spiegelbilde kann freilich dieses Verfahren keinen Vergleich aushalten.

In einem Punkt gebührt übrigens der direkten Inspection, von der Mundhöhle aus, der Vorzug vor der Anwendung des Kehlkopfspiegels. Handelt es sich um die Erkennung sehr geringer Asymmetrien des Stimmorganes, um kleine Unterschiede in der Stellung z. B. beider Stimmbänder gegen die Medianlinie der Glottis,

so ist das erstgenannte Verfahren zweckmässiger, insofern man den Kehlkopfspiegel unmöglich absolut symmetrisch zur Medianebene halten kann. Eine solche Haltung ist aber durchaus erforderlich, um eben die geringste Asymmetrie erkennen zu können.

Für sämmtliche in diesem Schriftchen mitgetheilten Kehlkopfspiegelbilder der Katze gelten die nachfolgenden Bezeichnungen:

1) Kehldeckel, 2) Ary-epiglottische Falte, 2a) Stelle des Wrisberg'schen Knorpels, 3) Stimmband, 4) Taschenband, 5) Giessbeckenknorpel. Man sieht zunächst nur den convexen Rand des freien Theiles der »Glottisplatte« (s. § II. pag. 16) des Aryknorpels, deren Contouren länglich oval sind, 5a) ist das vordere (für das in seiner gewöhnlichen Stellung gedachte Thier aber untere), 5b) das hintere Ende dieser Platte, 6) Stimmfortsatz, des Giessbeckenknorpels, 7) erster Luftröhrenring, 8) Schlundkopfwand.

Ich habe kaum nöthig zu erinnern, dass in diesen Bildern die Theile rechts von der Mittellinie der linken Seite des Kehlkopfes entsprechen und umgekehrt; sowie dass das, was oben erscheint, in Wirklichkeit nach vorn; was unten, nach hinten liegt, wenn eine senkrechte Stellung des Kehlkopfes des Thieres vorausgesetzt wird.

Die Bilder mussten, um an Deutlichkeit nichts zu verlieren, um ein sehr Geringes vergrössert gezeichnet werden.

Glottisplatte von der Mitte des convexen freien Randes bis zu ihrer Basis, resp. ihrem hinteren Rand, ist 3 Mm. hoch; wovon auf den freien Theil der Glottisplatte wenig mehr als 1 Mm. kommt. Von der Innenfläche der »Glottisplatte« zur Spitze des Muskelfortsatzes 6 Mm. Der Muskelfortsatz selbst ist 4 Mm. lang (Dimension rechts-links) und 3 Mm. breit (Dimension oben-unten). Vom oberen (hinteren) Rand der Glottisplatte bis zur Spitze des Stimmfortsatzes 6 Mm. Der Stimmfortsatz selbst ist 2 1/2 Mm. lang und 1 1/2 Mm. (von vorn nach hinten) breit.

Der 9 Mm. breite und 11 1/2 Mm. lange Kehldeckel hat eine zungenförmige Gestalt; die Seitenränder desselben sind gegen die Basis hin etwas aufgerollt; er ist mit der Schleimhaut bekleidet, deren Fortsetzung zum Aryknorpel die Ary-epiglottische Falte darstellt.

Der Zwischenraum zwischen dem dreieckigen Ausschnitt des Schildknorpels und dem vorderen (oberen) Rand des Bogens des Ringknorpels beträgt 5 1/2 Mm.; derselbe ist mit der Membrana crico-thyreoidea ausgefüllt.

Die Strecke zwischen dem vorderen Rand des Schildknorpels und dem hinteren Rand des Körpers des Zungenbeines ist im gewöhnlichen Zustande 3 Mm. lang und durch die Membrana hyo-thyreoidea ausgefüllt. Die Membran kann man bis 7 Mm. ausdehnen.

Der Zwischenraum zwischen dem hinteren Rand des Ringknorpels und dem ersten Trachealring ist 3 Mm. lang.

Die ganze Trachea ist 9 3/4 Ctm. lang und 8—9 Mm. breit, sie besteht aus 40 Trachealringen.

Die Muskeln des Kehlkopfes der Katze zeigen den allgemeinen Typus dieser Muskulatur.

M. sterno-hyoideus und *sterno-thyreoideus* stellen, von ihrem Ursprung an, einen gemeinschaftlichen Bauch dar, welcher, in einiger Entfernung von dem Ursprung dieser Muskeln, ein interstitium tendineum hat; neben den Ringknorpeln trennen sie sich von einander; der erstere heftet sich an den Körper des Zungenbeines an; der zweite aber an die früher beschriebene Linea eminens Cartilaginis thyreoideae. Einige der inneren Fasern des M. sterno-thyreoideus gehen in den M. hyo-thyreoideus über, um mit demselben am Körper des Zungenbeines anzuheften.

M. hyo-thyreoideus beginnt von der Linea eminens der Cart. thyreoidea und heftet sich an den Körper und theilweise an das hintere Horn des Zungenbeines an.

M. thyreo-pharyngeus geht wiederum von der linea eminens des Schildknorpels aus, sein Ursprung reicht bis zum hinteren Horn dieses Knorpels.

M. crico-pharyngeus fängt an der äusseren Fläche des Bogens des Ringknorpels an.

M. crico-thyreoideus hat seinen Ursprung an dem unteren Rand des Bogens und der äusseren Fläche des Ringknorpels; er inserirt am unteren Rand des Schildknorpels. Das innere Ende dieser Insertion ist von der Mitte des dreieckigen Ausschnittes des Schildknorpels ungefähr 1 Mm. entfernt; das äussere Ende der Insertion reicht bis zum unteren Schildknorpelhorn; diese äusseren Fasern des M. crico-thyreoideus und die Fasern des M. crico-pharyngeus haben eine und dieselbe divergirende Richtung, von hinten und innen nach vorn und

aussen; die innern Fasern des M. crico-thyreoideus sind länger und haben eine zur Medianlinie ungefähr parallele Richtung.

M. m. crico-arytaenoidei postici bedecken die ganze obere äussere Fläche der Platte des Ringknorpels; sie entspringen von der mittleren prominenten Linie der Platte und befestigen sich am Muskelfortsatz des Aryknorpels und zwar sowohl längs des ganzen oberen (hinteren) Randes desselben als auf der, früher beschriebenen, oberen Abdachung der Vorderfläche.

M. arytaenoideus transversus inserirt beiderseits an der Aussenfläche der Glottisplatte und zwar nahe an dem oberen (hinteren) Rand der Platte. In der Mitte des Interstitiums zwischen den Aryknorpeln stossen die Fasern mittelst einer Sehne zusammen.

Oblique Faserzüge konnte ich keine an dieser kleinen Muskellage entdecken.

M. thyreo-arytaenoideus (einen superior und inferior zu trennen ist streng genommen bei der Kleinheit des Muskels nicht möglich) nimmt seinen Anfang an dem unteren Winkel der inneren Fläche des Schildknorpels und inserirt an der äusseren Fläche der Glottisplatte und an der unteren (vorderen) Abdachung der Vorderfläche des Muskelfortsatzes des Aryknorpels.

Die vorher operirten Katzen konnten zu vollständigen Gefässinjectionen nach dem Tode selbstverständlich nicht benützt werden. Mein Material mit gelungenen Gefässinjectionen reducirt sich auf sehr wenige Exemplare, die sogar in Betreff eines wesentlichen Punktes verschiedene Ergebnisse lieferten. Welcher der Befunde

der häufiger vorkommende ist, kann demnach vorerst nicht entschieden werden.

Ein Injectionspräparat ergab zwei sehr dünne Arteriae laryngeae, eine untere und eine obere; die erstere entspringt von der Arteria thyreoidea, die hier ein Zweig der Carotis communis ist; die zweite von der Arteria carotis externa in der Nähe der Theilung der Carotis communis. Die Arteria laryngea inferior geht von der, relativ ansehnlichen, nach abwärts verlaufenden, Thyreoidea in der Richtung nach aufwärts über den M. crico-pharyngeus, um den M. crico-arytaenoideus posticus zu versorgen. Die etwas stärkere Art. laryngea superior geht über den M. thyreo-pharyngeus zur Cartilago thyreoidea und theilt sich, in der Nähe der Oeffnung dieses Knorpels in zwei Aestchen. Das eine tritt in die Oeffnung ein, das andere verläuft längs dem oberen Rand der Cart. thyreoidea und verbindet sich mit dem entsprechenden Aestchen der anderen Seite in der Medianlinie. Von dieser Verbindungsstelle geht längs der Vorderseite der Cartilago thyreoidea ein medianes Zweigchen nach abwärts, welches am Ausschnitt des unteren Randes des Schildknorpels sich in drei kleine Zweigchen theilt; das mittlere Zweigchen geht über die Membrana crico-thyreoidea nach abwärts, die beiden seitlichen versorgen die M. m. crico-thyreoidei. Dieses Aestchen kann als Arteria crico-thyreoidea media bezeichnet werden.

In drei anderen Fällen traf ich aber immer nur eine Art. laryngea, und zwar in zwei Fällen von der Thyreoidea, im dritten Fall von der Carotis externa ausgehend.

Die Vena laryngea tritt auf beiden Seiten aus dem Larynx durch die Membrana hyo-thyreoidea hervor, geht weiter nach aussen und unten und mündet in die Vena jugularis interna.

Die Venae thyreoideae von beiden Seiten verbinden sich mittelst eines anastomotischen Zweigchens, welches unter dem unteren Rand des Bogens des Cricoidknorpels verläuft; in dieses Zweigchen münden die Venen der M. m. crico-thyreoidei.

Zuweilen vereinigen sich die beiden Venae thyreoideae in einen gemeinschaftlichen Stamm, welcher in der Medianlinie der Trachea verläuft und sich in die Vena transversa colli einsenkt.

Leider waren fast alle Versuchsthiere, wegen der an ihnen gemachten Operationen am Hals, zu einer befriedigenden Untersuchung des Venenverlaufes untauglich; die obigen sehr mangelhaften Angaben über die Larynxvenen der Katze können desshalb nur als provisorische gelten.

Der *Nervus laryngeus superior* (s. Fig. C. c) geht vom unteren Theil des Plexus ganglioformis Nervi vagi ab; nicht weit von seinem Abgang gibt er ein Zweichen zur Bildung des Nervus depressor. Dann geht er hinter der Arteria carotis communis und über den M. thyreopharyngeus zur Cartilago thyreoidea, wo er sich in zwei Aeste theilt. Der dünnere, äussere Ast setzt sich über den M. thyreo-pharyngeus fort, gibt ein sehr dünnes Zweigchen zum M. crico-pharyngeus und endigt in den M. crico-thyreoideus. Der andere, dickere Ast tritt durch das oben erwähnte kleine Loch in der Cartilago thyreoidea; auf der inneren Fläche der letzteren zerfällt er in

einige Zweigchen, welche als rami pharyngei, arytaenoidei und ary-epiglottici bezeichnet werden können (s. Fig. D. a, b, c, d). Die ersteren, etwa 3—4, gehen zur Schleimhaut des Pharynx und zum M. crico-pharyngeus; die Zweigchen der zweiten Gruppe versorgen die Schleimhaut der oberen (hinteren) Wand des Kehlkopfes. Die der dritten Gruppe gehen zu den Ary-epiglottischen Falten und deren Schleimhaut, sowie zu der Schleimhaut des Seitenrandes des Kehldeckels.

In einem Fall durchbohrte der N. laryngeus auf der einen Seite die Membrana hyo-thyreoidea, während er auf der anderen Seite in der oben beschriebenen gewöhnlichen Weise in den Larynx eintrat.

Nervus laryngeus inferior s. recurrens vagi liegt auf beiden Seiten zwischen Trachea und Oesophagus, sodann verläuft er unter dem M. crico-pharyngeus, hinter dem Schild-Ringknorpelgelenk, neben dem äusseren Rande des M. crico-arytaenoideus posticus, welchem er zwei Zweige abgibt, die fast in der Mitte des äusseren Randes dieses Muskels in dessen Substanz eintreten; einer von diesen Zweigen geht auch zu dem M. arytaenoideus transversus. Im weiteren Verlauf, da, wo er die Mitte des M. crico-arytaenoideus lateralis erreicht, macht er einen, nach unten concaven, Bogen und gibt dem M. crico-arytaenoideus lateralis zwei Zweigchen. Die Fortsetzung des Nerven gibt sehr dünne Zweigchen ab, welche den Seitenrand des Kehldeckels erreichen, und geht zwischen dem M. crico-arytaenoideus lateralis und M. thyreo-arytaenoideus, um sich in diesem letzteren endlich zu verzweigen (s. Fig. E. a, b, c, d, e. Taf. I.).

Der *Nervus accessorius Willisii* gibt fast sogleich

nach seinem Austritt aus dem Foramen jugulare zwei kleine Aeste zum Nervus vagus ab (innere Aeste des Accessorius).

Die Stimmritze zeigt folgende Dimensionen. Von der Basis des Kehldeckels (resp. vordere Insertion der Stimmbänder) bis zum hinteren Ende der Glottisplatte des Aryknorpels 11—12 Mm. Davon kommen: auf 1) das Stimmband 5 Mm.; 2) die Schleimhautfalte über dem Processus vocalis des Aryknorpels 2—2 1/2 Mm.; 3) die Glottisplatte des Aryknorpels 4 Mm. Die Taschenbänder sind 6 Mm. lang. Das Taschenband entspringt vom vorderen freien Rand der Glottisplatte des Aryknorpels und zwar von deren Aussenseite und inserirt am Schildknorpel ziemlich nahe der Medianebene. Die bisher gegebenen Maasse bezogen sich auf die erwachsene weibliche Katze. Ein grosser Kater ergab folgende Dimensionen: Länge des Stimmbandes sammt Stimmfortsatz des Aryknorpels 8 Mm. (davon kommen auf das Stimmband 5, den Stimmfortsatz 3 Mm.). Länge der Glottisplatte des Aryknorpels 4 Mm.; Höhe desselben 3 3/4 Mm. (d. h. Richtung von oben nach unten, Verticalstellung des Larynx angenommen). Länge des Taschenbandes 7 1/2 Mm. Höhe des Morgagni'schen Ventrikels 3 1/2 Mm.

Die Kleinheit der Dimensionen des Katzenlarynx setzt der exacten Untersuchung der Form der Stimmbänder und des zwischen diesen liegenden Luftcanales, im Zustand der Intonationsstellung, erhebliche Schwierigkeiten entgegen.

Die Basis der Aryknorpel eines auspräparirten weiblichen Larynx wurde mittelst einer feinen Nadel von

rechts nach links horizontal durchstochen und beide Knorpel durch die umschlungene Naht in feste Berührung gebracht. Um den Stimmbändern die nöthige Spannung in transversaler und longitudinaler Richtung zu geben, wurde ein über den Bändern befindlicher Drahtring von ovaler Form durch einige Nähte an den Schildknorpel befestigt. Die Stimmbänder berührten sich in der Medianebene. Hierauf wurde geschmolzenes Wachs in den Larynx, an dem noch ein 1 Ctm. langes Stück der Trachea hieng, von unten eingegossen. Der Raum oberhalb der Stimmbänder wurde sodann in ähnlicher Weise mit Wachsmasse gefüllt.

Die beiden Wachsmassen wurden später aus dem Kehlkopf herausgezogen, der durch einen Längseinschnitt vorher gespalten war. In der Höhe der Stimmritze hiengen beide Wachsmassen bloss durch eine feine mediane Linie mit einander zusammen, die von vorn und unten nach hinten und etwas nach oben verlief. Die untere Wachsmasse, welche also dem Luftraum zwischen den in der Intonationsstellung befindlichen Stimmbändern und den beiden Seitenhälften des Cricoidknorpels entsprach, wurde, in der Höhe des oberen Randes des Cricoidknorpelringes, horizontal abgeschnitten; sodann wurden 3 verticale Schnitte, die sich von links nach rechts, senkrecht zur Medianebene, erstreckten, durch die Wachsmasse geführt. Der erste Schnitt (Fig. F. Taf. 1) fiel ungefähr in die Grenze des ersten und zweiten vorderen Viertels des Glottisraumes; der zweite (Fig. G. Taf. 1) in die Mitte, der dritte (Fig. H. Taf. 1) in die Grenze des dritten und vierten (hinteren) Viertels des Glottisraumes. Der letztgenannte Schnitt fiel somit

in die Region der Knorpelglottis. Das Messer muss vor dem Schnitt etwas erwärmt werden, damit die, an sich spröde, Masse sich leicht schneiden lässt; doch darf die Temperatur nicht so hoch sein, dass die an die Messerflächen grenzenden Wachsschichten halbflüssig würden.

Die sehr scharf contourirten Schnittflächen wurden sodann auf Papier gelegt, um ihre Umrisse genau abzeichnen zu können. Die Schnitte zeigen die bekannte conische, trichterförmige Form, die sich nach oben allmälig verjüngt. Wegen der Dimensionen wird einfach auf die Figuren verwiesen, welche, wie gesagt, genaue Abdrücke der Wachsmasse darstellen. Die Basis (3) der 3 Figuren entspricht einer Linie, die von rechts nach links, auf der Höhe des oberen Randes des Cricoidknorpelringes gezogen wird. Der Conus hat in Fig. G (Glottismitte) die grösste Breite von rechts nach links. Auch nimmt die Höhe (Richtung von unten nach oben) des Conus allmälig etwas zu in der Richtung von vorn nach hinten, d. h. das Stimmband hat in der Intonationsstellung einen von vorn und unten nach hinten und aufwärts gerichteten Verlauf. Diese Schiefstellung, die bisher weniger beachtet worden ist, scheint für die Leichtigkeit der Ansprache der Stimmbänder von Bedeutung zu sein.

Die ebenfalls in die Zeichnungen aufgenommene Configuration des Luftraumes oberhalb der Stimmbänder wurde nicht aus dem Wachsabguss, sondern aus unmittelbarer Betrachtung der Theile erschlossen.

Der Maler und Modelleur Fritz verfertigte für das hiesige physiologische Institut, nach vorgelegten Präparaten und ergänzenden Zeichnungen, ein lehr-

reiches und naturtreues Wachsmodell des Larynx der weiblichen Katze in vierfacher Vergrösserung, welches auch für die physio-pathologischen Experimente am Larynx treffliche Dienste zu leisten vermag. Dasselbe gibt den Larynx, sammt Kehldeckel, Zungenbein und einem Stück Trachea, ferner sämmtliche äusseren und inneren Muskeln, Nerven, Arterien und theilweise auch Venen des Larynx; auf der einen Seite ist das Stimmband in der Intonationsstellung, auf der anderen Seite in der Athmungsstellung. Der Aryknorpel ist auf der einen Seite mit seinem Schleimhautüberzug, auf der anderen Seite rein präparirt gegeben. Der Schildknorpel der einen Seite kann zurückgeklappt werden, um die tieferen seitlichen Larynxmuskeln zu sehen. Ausserdem führte Maler Fritz für das hiesige physiologische Institut grosse, für die Vorlesungen bestimmte, Zeichnungen der Larynxspiegelbilder der Katze in normalen und pathologischen Zuständen aus, die in jeder Hinsicht empfohlen werden können.

III. Normales Spiegelbild des Katzenlarynx.

Man erblickt im Spiegelbild den Kehldeckel, der eine zungenähnliche Form hat und symmetrisch zur Medianebene steht; seine Spitze ist — wohl in Folge des starken Hervorziehens der Zunge des Thieres — in der Regel etwas nach vorn geneigt; von seinen beiden Seiten, leicht nach aussen ausgeschweift, gehen die Aryepiglottischen Falten, von vorn nach hinten ab. (S. Fig. I. a Taf. II.)

Von den Giessbeckenknorpeln sieht man, wie schon

früher bemerkt, den convexen Rand des freien Theils der »Glottisplatte« mit länglich-ovalen Contouren. Im Normalzustand ist ihre Schleimhaut, wie auch die der Stimm- und Taschenbänder blass gelblich weiss.

Beim gewöhnlichen Athmen stehen die »Glottisplatten« der Giessbeckenknorpeln weit auseinander; die oberen (hinteren) Enden beider Glottisplatten sind durch ein kleines, ihre unteren (vorderen) Enden aber, durch ein grosses Intervall getrennt, das etwa 4 Mm. beträgt. Beide Knorpeln resp. Glottisplatten haben also (senkrechte Kehlkopfstellung vorausgesetzt) eine von hinten und medianwärts nach vorn und auswärts gerichtete Lage, so dass sie mit den Stimmbändern einen stumpfen, nach innen offenen Winkel bilden.

Die Stimmbänder entfernen sich in der Richtung nach hinten zunehmend mehr von einander, so dass zwischen beiden Stimmbändern und beiden Giessbeckenknorpeln eine grosse lanzenförmige Oeffnung bleibt. Das Stimmband bildet demnach mit seinem freien Rand eine gerade Linie, welche sich von der vorderen Insertion des Bandes nach rückwärts und stark auswärts bis zum vorderen Ende der Gottisplatte erstreckt. Diese Gerade zeigt eine, jedoch sehr geringe Prominenz nach innen an der Stelle, welche dem vorderen Ende des Stimmfortsatzes des Aryknorpels entspricht. Diese Stelle, also an dem hinteren Ende des eigentlichen Stimmbandes, ist durch eine kleine, weisslich-gelbe Erhabenheit bemerkbar.

Beim vollkommen ruhigen und oberflächlichen Athmen lässt sich an den Bändern keinerlei Bewegung erkennen. Selbst beim mässig verstärkten Athmen sind

die Bewegungen der Stimmbänder nur sehr unbedeutend; während der Inspiration entfernen sie sich noch etwas mehr von der Medianebene, um sich dieser während der Exspiration wiederum ein Minimum zu nähern. Analoge Bewegungen, ungefähr von denselben Excursionen, sind auch an den Taschenbändern wahrnehmbar.

Viel stärker und häufiger sich wiederholend und von Geräuschen begleitet, sind die Bänderbewegungen, wenn man — durch das oben angegebene Mittel — das Thier vorübergehend in mässige Athembeschwerden versetzt.

Beim Tonangeben (s. Fig. I. b. Taf. II.) nähern sich die Stimmbänder, sowie auch die Giessbeckenknorpeln derartig, dass keine Spalte übrig bleibt, sondern eine feine Linie.

Zwischen den Stimmbändern und den ary-epiglottischen Falten liegen die Taschenbänder, die bei der Intonation beiderseits der Medianebene etwas sich nähern.

Die Bewegungen der Stimmbänder erfolgen im normalen Thier in der Regel ausserordentlich rasch. Sehr deutlich nimmt man ferner wahr, dass die sich aneinander legenden Aryknorpel gleichzeitig nach rückwärts gezogen werden (Wirkung der M. m. crico-arytänoidei postici). Wenn bei der Intonation die Glottisplatten der Aryknorpel sich nach rückwärts bewegen, so bewegt sich gleichzeitig der Kehldeckel mit dem Zungengrund nach v o r n. Dauert die Intonation längere Zeit fort mit abnehmender Stärke, so rücken die Glottisplatten der Aryknorpeln wieder ein wenig nach vorn, während gleichzeitig die Stimme tiefer wird.

Beim schnellen Uebergang aus der Ruhelage in die

Intonation bilden das eigentliche Stimmband und der Stimmfortsatz des Aryknorpels eine gerade Linie, die im Nu mit der der anderen Seite zur Bildung der feinen Stimmritze zusammenstosst.

Die bekannte Knickbildung der Stimmbänder nach einwärts, am Beginn einer langsamen Intonation des Menschen, konnte nur selten beobachtet werden. Bei einem Versuchsthier kam sie indessen häufiger vor; der Knick nach einwärts wurde durch das Vorderende des Stimmfortsatzes des Aryknorpels gebildet.

Innerhalb der normalen Verhältnisse zeigt übrigens der Larynx mancherlei, grössere oder kleinere Abweichungen von den oben geschilderten durchschnittlichen Zuständen. Solche Abweichungen konnten fast an jedem einzelnen Versuchsthiere beobachtet werden, indem die normalen Spiegelbilder sorgfältig vor der mit dem einzelnen Thier speciell vorzunehmenden Operation, oftmals in mehrtägig wiederholten Beobachtungen, ermittelt wurden.

Der Kehldeckel, obschon verhältnissmässig sehr gross, bietet fast immer sehr viel geringere Hindernisse, um die Glottis völlig überschauen zu können, als das in der Laryngoscopie des Menschen der Fall ist. Ausnahmsweis ist jedoch der Kehldeckel ziemlich weit nach rückwärts geneigt, so dass er die Vorderenden der Stimm- und Taschenbänder bedeckt. Gleichwohl sind besondere Fixationsmittel des Kehldeckels nur sehr selten erforderlich (s. oben Seite 11).

Die Taschenbänder sind bisweilen den Ary-epiglottischen Falten sehr genähert; man übersieht dann die Stimmbänder in grösserer Breite. Auch können beim

ruhigen Athmen die Aryknorpel ziemlich weit auseinander stehen, viel mehr als dieses in dem Normalbild (Fig. I. a) der Fall ist; in diesem Fall bedecken die Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpel die hinteren Enden der Ary-epiglottischen Falten; das Interstitium interarytaenoideum wird dann auch ein wenig breiter. Die Rima glottidis bekommt nunmehr eine rhomboidale Form.

Man beobachtet gar nicht selten, dass die Stimmbänder, sammt Aryknorpeln, sich gegenseitig fast bis zur Berührung nähern, wobei auch die Taschenbänder sich etwas entgegenkommen, also dieselben Bewegungen wie bei der Intonation, aber ohne dass auch nur eine Spur von Stimmton entsteht. Ein solcher Moment fällt natürlich mit keiner Exspiration zusammen.

Bei der Intonation tieferer Töne kann die Spalte ein wenig breiter werden als bei der gewöhnlichen Intonation.

IV. Durchschneidung eines Nervus laryngeus inferior.

An einer weiblichen, alten Katze wurde die Durchschneidung des rechtseitigen Recurrens im obersten Theile seines Verlaufes unter dem unteren Rand des Ringknorpels, ohne die geringste Blutung ausgeführt.

Die sogleich vorgenommene laryngoscopische Untersuchung ergab Folgendes.

Rechtes Stimmband und rechter Aryknorpel bleiben unbeweglich beim gewöhnlichen Athmen, sowie bei der Phonation und zwar in einer Stellung, welche die Mitte einhält zwischen der für das gewöhnliche, ruhige Athmen charakteristischen Stellung und der Intonation.

Das untere (vordere) Ende des convexen Randes der Glottisplatte des Aryknorpels ist zwar nach aussen gekehrt, aber nicht so stark als das gesunde, so dass das gelähmte Stimmband mit seinem Aryknorpel einen viel stumpferen Winkel bildet als auf der gesunden Seite.

Beim ruhigen Athmen (s. Fig. II. a. Taf. II.) steht demnach dieses Stimmband der Medianebene näher als das unverletzte; auch erscheint es etwas kürzer, so dass der rechtseitige Aryknorpel mehr nach vorwärts steht als der linkseitige. Diese Verkürzung des Stimmbandes rührt davon her, dass in Folge der Paralyse des rechten M. crico-arytaenoideus posticus der entsprechende Aryknorpel nicht mehr nach rückwärts gezogen wird.

Bei der Phonation (s. Fig. II. b. Taf. II.) ändert das gelähmte Stimmband seine Lage nicht, indessen das gesunde, sammt seinem Aryknorpel, sehr rasche Bewegungen vollführt. Dasselbe überschreitet die Medianlinie und legt sich an das gelähmte Band in seiner ganzen Länge an, aber nicht so dicht, wie bei der normalen Intonation. Die Rima glottidis ist demnach zwar sehr schmal, aber doch nicht förmlich linear; hinten ist sie um ein Minimum breiter, als vorn.

Die Aryknorpel berühren sich vollständig. Die Stimmritze bekommt eine eigenthümlich geknickte Gestalt, indem auf der gesunden Seite an der Stelle des Processus vocalis des Aryknorpels ein Knick nach einwärts, auf der kranken Seite aber nach auswärts sich bildet.

Beim Angeben sehr schwacher Töne und vorzugsweise beim Schnurren kann man die Schwingungen des

gesunden Stimmbandes beobachten, was am Deutlichsten wird, wenn am Stimmbande sich Schleim anhäuft.

Das gelähmte Band ist also, wegen seiner Entspannung, nicht im Stand, auch nur in passive Schwingungen gerathen zu können.

Wird das Thier in mässige Respirationsbeschwerden vorübergehend versetzt, so zeigt das gesunde Stimmband fortdauernde Erschütterungen, während Einathmen und Ausathmen von heiseren Geräuschen begleitet sind.

Ich bemerke noch, dass die Stimme nach der einseitigen Recurrensdurchschneidung ein wenig heiser, unreiner, etwas tiefer und schwächer war. Diese mässige Unreinheit hatte aber schon am folgenden Tag abgenommen, ohne dass übrigens die normalen Verhältnisse erreicht wurden.

Das Thier zeigte keine auffälligen Störungen in seinem Befinden.

Die Sensibilität scheint mir auf der gelähmten Seite etwas erniedrigt zu sein; berührt man mit der Sonde das Stimmband, Taschenband oder den Kehldeckel, so ergeben sich, nach Betastung der gesunden Seite stärkere Reflexerscheinungen, Husten u. s. w. als nach Reizung der gelähmten Seite.

Dass der Recurrens, wenn auch nur in höchst untergeordneten Antheilen, sensibele Nervenfasern enthält, scheint wohl aus Longet's Bemerkung hervorzugehen, dass »Reizung und Durchschneidung der unteren Kehlkopfnerven kaum gefühlt werde.«

Also nimmt dieser Forscher wohl eine schwache Sensibilität für diesen Vagusast in Anspruch; die Möglichkeit wird vorerst zugegeben werden können, dass

derselbe, wenn auch nur in höchst sparsamer Weise, auch die Stimmbandschleimhaut versorge. Unter VI. wird diese Ansicht eine weitere Bestätigung finden.

Auch in klinischen Fällen von motorischer Stimmbandparalyse wurde schon eine gewisse Abnahme der Empfindlichkeit der Stimmbandschleimhant beobachtet.

Auch in den folgenden Tagen zeigte die laryngoscopische Untersuchung dieselben Resultate.

V. Durchschneidung beider Nervi laryngei inferiores.

An der, unter IV. beschriebenen Katze, wurde, sechs Tage nach der Durchschneidung des rechten, auch der linke Recurrens, wiederum in seinem obersten Theile, unter dem unteren Rand des Ringknorpels getrennt.

Die alsbald vorgenommene laryngoscopische Untersuchung, während welcher das Thier energisch und mit Geräusch athmete, ergab Folgendes.

Bei der Inspiration nähern sich beide Stimmbänder und Aryknorpel fast bis zur Berührung (s. Fig. III. a. Taf. II.), so dass nur eine sehr schmale Spalte übrig bleibt; also eine Umkehr des normalen Zustandes, wo, durch active Kräfte, während der Inspiration beide Stimmbänder sich von einander entfernen. Die Taschenbänder erscheinen in grosser Breite; ihre inneren Ränder sind gegen die Medianebene stark concav und man sieht sogar deutlich ihre beiden Ansatzpunkte, so dass das vordere und hintere Ende des Taschenbandes die Ansatzpunkte des Stimmbandes bedeckt.

Bei der Exspiration gehen beide Stimmbänder, sammt den Aryknorpeln und den hinteren Enden der

Taschenbänder ein wenig auseinander, während etwa das vordere Drittel der Stimmbänder in gegenseitiger Berührung bleibt (s. Fig. III. b. Taf. II.).

Diese respiratorischen Bewegungen der Bänder sind sehr schwach und langsam.

Der offene Theil der Stimmritze bekommt am Ende der Ausathmung in seiner Mitte eine Breite von ungefähr 1 Mm.

Diese Bewegungen der gelähmten Bänder sind selbstverständlich ganz passive und durch den Druck des Luftstromes bedingt. Der Luftstrom hebt während der Exspiration die Stimmbänder in die Höhe und schiebt sie, wie gesagt mit Ausnahme ihrer vordersten Parthie, auseinander. Hört der exspiratorische Druck von unten her auf, so müssen die Bänder schon dadurch collabiren und sich nähern; die Näherung wird aber noch verstärkt durch den auf die obere Fläche der Bänder erfolgenden Druck der Inspirationsluft. Diesem entsprechen auch Totalbewegungen des Kehlkopfes, welcher, während der Exspiration passiv nach aufwärts und umgekehrt, beim Inspiriren, nach abwärts rückt.

Die Berührung der Stimmbänder, der Taschenbänder und des Kehldeckels mit der Sonde rief nicht so schnell als beim normalen Thier, Husten hervor. Das Athmen nach der beiderseitigen Recurrenstrennung wurde viel seltener, tiefer und war namentlich in den ersten Stunden nach der Operation von lauten Geräuschen begleitet. Die Inspirationen dauerten viel länger als die, geringere Hindernisse bietenden, Exspirationen. Die Geräusche sind beim Inspiriren lauter und viel höher, was durch das stärkere Hinderniss des Luftdurchtretens durch

die Stimmritze und die bedeutende Enge der letzteren erklärlich wird. Während einer und derselben Inspiration kann die Qualität und Höhe des Geräusches sich ändern; gegen Ende der Inspiration ist es häufig am höchsten. Eine eigentliche Stimme ist also unter solchen Verhältnissen unmöglich. Schon nach einigen Stunden und am folgenden Tage geschah aber das Athmen in vollkommener Ruhe, und so leise, dass kein Geräusch gehört wurde. Nur bei Unruhe des Thieres u. s. w. stellten sich schwächere oder stärkere Geräusche ein. Während der laryngoscopischen Untersuchung wurde aber das Athmen energischer und war von Geräuschen begleitet; die Larynxbilder waren genau dieselben wie am ersten Tag.

Erst am dritten Tage athmete das Thier, auch nachdem es in den Kasten eingebracht war und während der Anwendung des Kehlkopfspiegels in der Regel unmerklich leise und ohne jedes Geräusch.

Die laryngoscopische Untersuchung ergab, dass die Stimmritze immer offen war (s. Fig. III. c. Taf. II.) und zugleich eine etwas grössere Breite zeigte, als das, selbst am Ende der Exspiration (Fig. III. b.), am vorhergehenden Tage der Fall war. Mit ihrem vorderen Drittel berührten sich beide Stimmbänder in der Medianlinie; die durch die beiden hinteren Drittel der Bänder und die Aryknorpel gebildete Stimmritze war für das ruhige Athmen hinlänglich weit. Die Ränder der Stimmbänder zeigten eine Concavität gegen die Stimmritze (s. Fig. III. c. Taf. II.). Respiratorische Bewegungen waren beim ruhigen Athmen nicht wahrzunehmen.

Anders gestaltete sich das Kehlkopfbild, wenn das

Thier vorübergehend in Unruhe kam, was jedoch nur ausnahmsweis der Fall war. Es wurde dann tiefer und bald auch seltener geathmet (s. Fig. III. d. Taf. II.). Die Stimmbänder nähern sich nunmehr passiv einander, aber nicht so vollständig wie (s. Fig. III. a) früher; eine kleine Spalte blieb unter diesen Umständen regelmässig übrig am Ende der Inspiration. Dieses Athmen war selbstverständlich von Geräuschen begleitet. Es scheint mir, dass die Taschenbänder sich noch ein wenig mehr der Medianlinie näherten, als früher.

Das Thier hatte seit der Durchschneidung auch des zweiten Recurrens nur wenig feste und flüssige Nahrung aufgenommen; am dritten Tage, wo es so ruhig athmete, fastete es freiwillig und zeigte eine deutlich geminderte Temperatur. Am vierten Tage starb es. Die Section erwies eine allgemein verbreitete, mässige Rosaröthe der Lungen, aber durchaus nicht jene Lungenveränderungen, die für die späteren Stadien nach Durchschneidung beider Vagi so characteristisch sind.

Da die Folgen der ein- oder beiderseitigen Recurrensdurchschneidung vielfach genau beschrieben worden sind, so übergehe ich alle übrigen Symptome, die ich an meinem Versuchsthier wahrnahm und erwähne bloss dasjenige, was mit dem laryngoscopischen Befund in unmittelbarem Zusammenhang steht.

Wenn die früheren Experimentatoren, namentlich Longet, Traube und Schiff[1]), ausdrücklich darauf hinwiesen, dass die Folgen der Recurrensdurchschneidung sich verschieden gestalten in verschiedenen

---

1) Lehrbuch der Physiologie. S. 408.

Species und innerhalb derselben Species in jüngeren oder älteren Thieren, ja selbst in einzelnen Individuen von ungefähr gleichem Alter, so habe ich nicht nöthig nochmals zu betonen, dass meine Befunde auf eine erwachsene Kätzin sich beziehen und dass die Larynxbilder anderer Thieren vielleicht erheblich anders sich gestalten können.

Auf eine Frage, die zwar schon von den früheren Experimentatoren, im Ganzen richtig erledigt worden ist, muss ich jedoch noch etwas näher eingehen, weil sie bisher nicht erschöpfend erörtert wurde. Während die phonischen Folgen der Vagus- resp. Recurrensdurchschneidung schon Galen bekannt waren, hat erst Legallois auf die wichtigen Athmungsstörungen aufmerksam gemacht. Longet[1]) sagt zuerst, dass in Thieren, deren Recurrentes durchschnitten sind, bei jedem Versuch der Inspiration die Glottis sich schliesst, indem die Inspirationsluft beide Stimmbänder wie Ventile gegeneinander klappt. Diese Schliessung erzielte er auch am todten Kehlkopf, indem er mittelst eines in die Luftröhre eingesetzten Blasbalges, Luft durch die Stimmritze einzog.

Gleichwohl war die Form der Stimmritze, nach beiderseitiger Recurrensdurchschneidung, nicht richtig erkannt. Man glaubte, die Stimmbänder seien in permanenter Berührung in der Medianebene, und nur der Giessbeckentheil der Glottis (die sog. Glottis respiratoria der älteren Physiologen) sei offen. Unsere Fi-

---

1) Physiologie des Nervensystems. Uebers. von Hein. Bd. 2. S. 240.

guren III. b, III. c und III. d zeigen, dass auch die Bänderglottis theilweis offen ist.

Wird nun stark und tief eingeathmet, so klappen die Stimmbänder durch den Druck, den die Inspirationsluft auf sie ausübt, zurück. Bloss eine schmale Spalte im ganzen Bereich der Glottis bleibt übrig; das Athmen ist mit einem hohen pfeifenden Geräusch verbunden. Folgt dann die Ausathmung, so entfernt der Druck der Luft von unten her die hintere Parthie der Stimmbänder und die Aryknorpel mässig von einander. Bald aber, schon nach wenigen Stunden, hat das Thier instinctiv gelernt, anders zu athmen. Es macht keine tiefen und energischen Einathmungen mehr, die seine Glottis stark verengern würden. Es athmet oberflächlich und möglichst gelinde. Jetzt sind die Luftdruckwechsel auf die Stimmbänder, während beider Acte eines Athemzuges so gering, dass die Ränder der Bänder weder während der Inspiration einander genähert, noch während der Exspiration von einander entfernt werden. Jetzt hat die Rima glottidis, so verschmälert sie auch ist (s. Fig. III. c), die für den vorhandenen paralytischen Zustand möglichst erreichbare Breite, und das Thier kann besser für Ventilation der Lunge sorgen und mit geringeren Beschwerden athmen, als wenn es energisch athmen würde. Freilich genügt diese Ventilation nicht völlig; auch jetzt tritt der Suffocationstod, wenigstens in der Katze, ein. Selbst wenn das Thier energischer athmet, vermeidet es doch die früheren grössten Inspirationsanstrengungen und bringt es dahin, dass die zurückgeschlagenen Bänderventile (Fig. III. d) sich nicht

so sehr nähern wie (s. Fig. III. a) in der ersten Zeit nach der Operation.

Diese Betrachtungen führen auch zur richtigen Interpretation der Stimmbänderstellungen nach einseitiger Durchschneidung des Recurrens. Das gelähmte Stimmband (s. Fig. II. a) ist der Medianlinie permanent etwas genähert und bleibt unbeweglich während der Inspiration. Indem während einer kräftigeren Inspiration das gesunde Stimmband sich noch mehr von der Medianlinie entfernt, wird die Glottis in der Regel hinlänglich weit, so dass kein schädlicher Druck auf das gelähmte Band ausgeübt werden kann, der dasselbe gegen die Medianlinie passiv bewegen und somit die Glottis verengern und das wieder in schädlicher Weise compensiren könnte, was die active Entfernung des gesunden Bandes von der Medianebene genützt hat.

Diese Erwägungen werden es auch nicht auffallend erscheinen lassen, dass bei beiderseitiger Recurrenslähmung die beiden Stimmbänder, jedes für sich nicht etwa jene Stellung zeigen können, welche bei einseitiger Recurrenslähmung das gelähmte Band zeigt. Nach Figur II. a (Lähmung des rechtseitigen Bandes) ist die Stimmritze unsymmetrisch; ihre rechtseitige Parthie beträgt etwa ein Viertel, die linkseitige normale aber drei Viertel des Gesammtareales der offenen Glottis. Wird nunmehr auch das andere Band in Lähmung versetzt, also die ihm entsprechende Parthie der Glottis verengt, so hört die compensatorische Wirkung des früher activ beweglichen Bandes während der Inspiration auf. Jetzt kann sich der respiratorische Luftdruck bei beiden Bändern geltend machen und dieselben während

der Inspiration zur passiven Berührung in der Medianebene bringen.

Einigermassen analoge Erscheinungen wurden auch bei der Laryngoscopie des Menschen beobachtet. Bruns [1]) sagt: »Lässt man solche Kranke (d. h. mit Stimmbänderlähmung) recht ausgiebige Athmungsbewegungen, namentlich tiefe Inspirationen machen oder leicht husten, so sieht man bei manchen von ihnen, namentlich bei denjenigen Kranken, bei welchen beide Stimmbänder beim Intoniren ganz unbeweglich geblieben waren, dass diese Bänder auch bei diesen respiratorischen Bewegungen gleichfalls still stehen; mag der Kranke auch noch so tief und kräftig einathmen, so entfernen sie sich doch nicht von einander, sie behalten ihre Stellung unverändert bei, ja im Gegentheil in einzelnen Fällen sieht man sie sogar dem Luftstrom regelmässig folgen, beim Einathmen abwärts gezogen werden und zugleich etwas gegen einander fallen, beim Ausathmen mit ihren Rändern nach oben sich wenden und etwas von einander weichen.«

Die nachfolgenden Beobachtungen sub VI. und VII. wurden an zwei andern, weiblichen, ebenfalls ausgewachsenen Katzen angestellt.

VI. Durchschneidung eines Nervus laryngeus superior.

Die Durchschneidung des linken oberen Kehlkopfnerven wurde in der Nähe des Ursprunges dieses Nerven

---

1) Die Laryngoscopie und die laryngoscopische Chirurgie. Tübingen 1865. S. 152.

ausgeführt, so dass dessen beide Zweige, der sensibele und der motorische gelähmt waren.

Die laryngoscopische Untersuchung wurde sogleich vorgenommen und je am folgenden Tage vielfach wiederholt.

Beim ersten Anblick bemerkt man schwerlich während des gewöhnlichen Athmens eine Abweichung von den normalen Verhältnissen; die achtsame fortgesetzte Beobachtung aber liess deutlich erkennen (s. Fig. IV. a), dass das linke Stimmband ein wenig länger als das rechte war und dass das Vorderende der Glottisplatte dieser Seite (wir nehmen hier immer aufrechte Kehlkopfstelluug an) ein wenig mehr nach hinten und aussen stand. Der linke Aryknorpel hat nämlich eine geringe Rotation um seine Längsaxe nach Aussen gemacht und verharrt beim ruhigsten Athmen unverrückt in dieser Lage. Dadurch entsteht eine kleine Asymmetrie der beiden Hälften der Stimmritze, indem auf der operirten Seite der Winkel zwischen Plattenglottis und Stimmfortsatzglottis weniger stumpf wird.

Bei etwas stärkeren inspiratorischen Bewegungen entfernt sich das linke Stimmband noch etwas mehr von der Medianlinie, als das gesunde rechte Stimmband und erscheint zugleich noch etwas mehr verlängert.

Bei sehr starken Stimmtönen, scheint das linke Stimmband etwas stärkere Erzitterungen zu machen, als das rechte Band, welch letzteres ausserdem die zum Glottisschluss nöthige Bewegung etwas schneller ausführt.

Eines der Versuchsthiere zeigte öfters einen Glottisverschluss wie bei der Intonation, ohne dass aber eine

Stimme gebildet wurde. Vielmehr schien das Athmen förmlich angehalten. Diese Erscheinung kommt aber auch sonst unter ganz normalen Verhältnissen vor.

Beim Uebergang aus der Ruhelage in die Intonationsstellung der Bänder, vorausgesetzt dass diese Bewegung verhältnissmässig langsam vollführt wird, bilden die vorderen Ende beider Processus vocales, vorübergehend einen schwachen Knick nach einwärts, und zwar auf der gesunden Seite etwas deutlicher, als auf der operirten.

Beim Produciren schnurrender Geräusche, die bei dem einen der Versuchsthiere häufig vorkamen, zeigte die Stimmritze eine eigenthümliche Form; der vordere Theil bis zum Processus vocalis bildete eine sehr enge Spalte, indem die Stimmbänder sich fast berührten, während der hintere Theil der Stimmritze zwischen den Aryknorpeln (Processus vocalis und Glottisplatte) offen blieb und eine rautenförmige Gesalt zeigte (s. Fig. IV. b). Die beiden Stimmbänder und die beiden Aryknorpel befinden sich alsdann in fortdauernden Erschütterungen.

Die Berührung des rechten, normalen Taschenbandes rief bei dem einen Versuchsthier sogleich sehr schnelle Zuckungen des Stimm- und Taschenbandes derselben Seite, ohne gleichzeitigen Husten, hervor, während bei der Berührung des linken Taschenbandes, letzteres und das Stimmband dieser Seite, nur sehr schwache Bewegungen vollführte. Die Berührung des inneren Randes des rechten Stimmbandes rief Husten hervor, die des linken aber nur sehr schwache und momentane Bewegungen. Die obere Fläche des gesunden rechten Stimmbandes erwies eine schwache Empfindlichkeit, die

des linken war ganz unempfindlich. Im Allgemeinen war die Sensibilität der linken Seite sehr viel schwächer, als die der rechten.

Wenn demnach in dem einen Versuchsthier nach der einseitigen Durchschneidung des N. laryngeus superior das Stimmband dieser Seite die Sensibilität nicht vollständig verloren hatte, so wird nicht unwahrscheinlich — was schon unter IV. angedeutet wurde — dass auch der Recurrens (d. h. seine den M. thyreo-arytaenoideus versorgenden Zweigchen) sparsame sensible Fasern an die Stimmbandschleimhaut abgibt. Beim zweiten Versuchsthier war die Sensibilität der rechten Seite wiederum ganz normal, die linkseitige Schleimhaut war aber, zum Unterschied vom ersten Fall, vollständig unempfindlich. Die Berührung des inneren Randes des Stimmbandes mit der Sonde rief gar keine Bewegung oder Husten hervor. Die Berührung des Taschenbandes, des Aryknorpels und der linken Seite des Kehldeckels blieb ohne allen Einfluss.

Die Stimme war im ersten Fall gleich nach der Operation etwas heiser und etwas tiefer, aber kräftig. Im zweiten Versuchsthier war sie viel heiserer und tiefer, wie überhaupt dieses Thier, das vor der Operation sehr häufig miaute, in den beiden ersten Tagen nach der Durchschneidung des Laryngeus superior auffallend still und ruhig sich verhielt; am dritten Tage producirte es wieder häufig Töne.

Alle bisherigen Beobachter erwähnen (abgesehen von den Wirkungen des gelähmten M. crico-thyreoideus) nach der Durchschneidung des N. laryngeus superior,

nur die Störung der Empfindlichkeit; nicht aber die etwas veränderte Form der Stimmritze.

Die, von der normalen etwas abweichende, Form der Stimmritze ist von der Paralyse des linken M. crico-thyreoideus bedingt; der linke M. crico-arytaenoideus posticus kommt nunmehr in eine kleine Präponderanz und kann, bei derselben Innervation wie früher, den linken Aryknorpel ein wenig stärker nach aussen ziehen.

VII. Durchschneidung beider Nervi laryngei superiores.

Zwei Tage nach der Durchschneidung des linken N. laryng. sup. wurde in beiden, sub VI. erwähnten Versuchsthieren, auch der entsprechende rechte Nerv an derselben Stelle durchschnitten.

Die laryngoscopische Untersuchung zeigte, dass die Stimmritze eine symmetrische Form hat und keinen merklichen Unterschied von dem normalen Zustande bietet. Der rechte Aryknorpel zeigt nunmehr ebenfalls die Drehung um seine Längsaxe nach aussen und auch das rechte Stimmband die, unter VI. beschriebene kleine Verlängerung; da aber diese Veränderungen nur geringe sind, so können sie, weil sie auf beiden Seiten erfolgen, kaum auffallen, so dass die Form der Stimmritze sich noch innerhalb ihrer normalen Grenze bewegt.

Die Stimmbänder befinden sich in fortdauernden leichten Bewegungen, sogar beim gewöhnlichen, ruhigen Athmen.

Die Empfindlichkeit beider Seiten des Kehlkopfes war beim einen Thier sehr viel geringer als im normalen Zustande, aber sie war nicht vollständig vernichtet.

Die Berührung der inneren Ränder der Stimmbänder rief sehr rasche, aber schwache Zuckungen und keinen Husten hervor.

Das zweite Versuchsthier gab andere Resultate, indem die Stimmbänder, Taschenbänder und der Kehldeckel vollständig unempfindlich waren.

Die Stimme ist tiefer und noch viel heiserer als bei der einseitigen Durchschneidung des N. laryng. super.

Mit grossem Unrecht wird dem M. crico-thyreoideus häufig die Function zugeschrieben, den unteren Rand des Schildknorpels dem oberen Rand des Bogens des Cricoidknorpels zu nähern und dadurch die Spannung des Stimmbandes zu vermehren. Nach Anderen soll umgekehrt der Muskel den oberen Rand des Bogens des Cricoidknorpels nach aufwärts bewegen. Reizt man die blossgelegten M. m. crico-thyreoidei mit den Schlägen der Inductionsmaschine, so wird letztere Bewegung in der That vollführt. Es kann nicht Wunder nehmen, wenn unter diesen Umständen der leichter bewegliche Cricoidknorpel sammt der elastischen Trachea nach aufwärts bewegt werden muss, nicht aber umgekehrt der resistentere Thyreoidknorpel nach abwärts.

Es kann sich aber bei der Beurtheilung der reellen Verwendung eines Muskels im lebenden Organismus wahrlich nicht darum handeln, was er leisten könnte in Anbetracht seines Ursprunges und seiner Insertion, oder was er leistet, wenn er electrisch u. s. w. gereizt wird. Man hat in solchen Fragen ausschliesslich die Bewegungen in Betracht zu ziehen, die in der Natur wirklich vorkommen und dann zeigt die genaueste Beobachtung dem, das Interstitium crico-thyreoi-

deum betastenden Finger, dass die oben prätendirten Bewegungen realiter gar nicht vorkommen. Schon in der ersten Auflage seiner Physiologie (1861, Seite 357) sagte Hr. Prof. Vierordt: »Die vordere Insertion des Stimmbandes verändert ihren Ort nicht merklich, d. h. der Abstand des unteren Schildknorpelrandes vom oberen Rand des Vordertheiles des Ringknorpels bleibt bei hohen oder tiefen Tönen nahezu derselbe.« Sowie (a. a. O. S. 358) »Der Zug auf das Stimmband nach vorwärts geschieht durch die M. m. crico-thyreoidei, deren Wirkung nicht darin besteht, dass sie den Schildknorpel dem Ringknorpel nähern, sondern darin, dass sie den Abstand zwischen beiden (also die Lage der vorderen Insertion der Stimmbänder) konstant erhalten.« Die Stimme wird nach Lähmung beider Cricothyreoidei bloss desshalb heiser und unrein, weil die gespannten Saiten, d. h. Stimmbänder, an ihrem vorderen Befestigungspunkt nicht mehr absolut fixirt werden können.

Die meisten Bewegungsprobleme sind von der Art, dass man nicht sowohl aus den vorhandenen Muskeln auf die vorkommenden Bewegungen, sondern umgekehrt aus der exacten Untersuchung der vorkommenden Bewegungen auf die dabei zur Verwendung kommenden Muskeln schliessen darf. So könnte man in unserem Fall, mit leichter Mühe, aus dem Verlauf des M. cricothyreoideus vom Cricoidknorpel aus nach aufwärts, auswärts und rückwärts eine ganze Anzahl von Specialleistungen dieses Muskels a priori erschliessen, welche sich auf Bewegungen von Theilen des Larynx in den genannten 3 Dimensionen des Raumes beziehen würden.

Aber die thatsächlichen Erscheinungen, d. h. die, nur durch den Kehlkopfspiegel wahrnehmbaren, Veränderungen in der Stellung des Stimmbandes und Aryknorpels, nach Lähmung des Cricothyreoideus derselben Seite, beseitigen sogleich alle derartigen Vermuthungen.

Die Nichtbeachtung dieser, in der Natur des Problemes liegenden Regel, hat grosse Fehler, ja förmliche Absurditäten in gewisse Capitel der speciellen Muskelphysiologie eingeführt. Es sei nur daran erinnert, dass die Mehrzahl der physiologschen Lehrbücher das beste und naturgemässe Stehen aus der einseitigen Betrachtung des Skelettes und der Skelettmuskeln deduciren, statt umgekehrt zuerst zu fragen und mit genauesten Messungen zu controliren, wie der Mensch denn wirklich am Bequemsten steht! Dann wird sicher die Antwort lauten: »nicht auf beiden Füssen gleichmässig (sog. »Militärische Stellung« das Stehideal der Autoren), sondern auf einem Bein, während das andere, corrigirende, bloss schwach auf den Boden aufgesetzt ist.«

VIII. Durchschneidung des M. crico-thyreoideus einer Seite.

Die Untersuchung der Stimmritzformen nach Durchschneidung der Stämme beider Kehlkopfnerven ist nur der erste Schritt, den das Experiment zu thun hat bei der Verfolgung der manigfaltigen, hier sich bietenden, Fragen. Beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft ist es dringend geboten, die einzelnen Kehlkopfmuskeln, einen jeden für sich, sowie 2 und 3 derselben in ver-

schiedenen, wechselnden Combinationen, durch experimentellen Eingriff ausser Thätigkeit zu setzen, während die übrigen Muskeln normal functioniren.

Die meisten klinischen Diagnosen von Stimmbandlähmungen sind, auf Grund der laryngoscopischen Untersuchung und der herrschenden Ansichten über die Muskelmechanik des Larynx erschlossen. Das Experiment am Thier gibt uns allein absolute Sicherheit, wenn es sich um die Ermittelung der Symptome handelt, welche die totale Lähmung eines einzelnen Larynxmuskels charakterisiren. Die nachfolgende Section constatirt sodann, ob die experimentell gewünschte Lähmung auch wirklich erzielt worden ist. Es knüpfen sich also wichtige Interessen der Physiologie und Pathologie an diese möglichst weit specialisirten Aufgaben.

Der Experimentator lähmt die Muskeln am Besten mittelst Durchschneidung ihrer Nerven; Eingriffe der Art sind am wenigsten mit störenden Nebenwirkungen verbunden.

Die isolirte Lähmung des Crico-thyreoideus (sammt Sensibilitätslähmung) einer Seite wurde, unter VI., mittelst der leicht ausführbaren Durchschneidung des oberen entsprechenden Kehlkopfnerven, erzielt; die Betrachtung der Fig. E. Taf. I. zeigt aber, dass die Durchschneidung der Einzelzweigchen, welche der Recurrens an die vier übrigen Kehlkopfmuskeln abgibt, zum Theil mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verbunden sein muss. Gleichwohl gelang es, alle entgegenstehenden Hindernisse nach und nach beseitigen zu können.

Einer Katze, die zu den combinirten Durchschneidungen benützt wurde, die sub IX., X. und XI. noch

zu erwähnen sind, wurde zunächst der M. crico-thyreoideus der rechten Seite durchschnitten. Dazu diente eine sehr feine Hohlsonde, welche unter den blossgelegten Muskel geschoben wurde, worauf letzterer mittelst einer feinen Scheere getrennt wurde.

Die sogleich vorgenommene laryngoscopische Untersuchung zeigte eine mässig unsymmetrische Form der Stimmritze beim Athmen, nämlich: das rechte Stimmband (der operirten Seite) ist länger und gerader; es steht also in seinem Vordertheil etwas näher zur Medianlinie, als das der gesunden Seite, welches ein wenig nach aussen ausgeschweift ist; der rechte Aryknorpel ist (um seine Längsaxe) mehr nach aussen rotirt. Bei der Intonation zeigt sich keine merkbare Abweichung von der Norm. Die Stimme ist etwas tiefer und heiser.

Der vorliegende Befund entspricht demnach dem sub VI. (Durchschneidung eines N. laryngeus superior) gefundenen; bloss der Unterschied ist vorhanden, dass das Stimmband bei der Respirationsstellung einen geradlinigen Rand zeigt, was sub VI. nicht der Fall war. Weitere Erfahrungen allein könnten entscheiden, ob diese Differenz eine bloss individuelle ist, oder ob die Durchschneidung des Stammes des N. laryngeus superior in der That eine kleine Abweichung in der Form der Stimmritze von der, bei der blossen Muskeldurchschneidung bemerkten, bedingt.

IX. Durchschneidung des M. crico-thyreoideus und M. crico-arytaenoideus lateralis einer Seite.

Nach beendigter laryngoscopischen Untersuchung an dem sub VIII. erwähnten Thier, wurde noch der M. crico-arytaenoideus lateralis der rechten Seite getrennt. Das zweckmässigste Verfahren zur Ablösung dieses Muskels vom oberen Rand des Cricoidknorpelringes wird später, unter XIII., erwähnt werden.

Die alsbald vorgenommene laryngoscopische Untersuchung ergab Folgendes:

Beim gewöhnlichen Athmen hat die Rima glottidis dieselbe Form, wie nach der Durchschneidung des Cricothyreoideus allein; bei der Intonation aber berühren sich die Stimmbänder und die Aryknorpel nicht in der Medianlinie (s. Fig. VI. Taf. III.); der rechte Aryknorpel (der operirten Seite) sammt seinem Stimmband geht nicht bis zur Medianlinie, während der linke sammt dem Stimmband die Medianlinie überschreitet bis zur Berührung mit den rechtseitigen Theilen. Also entsteht eine Krümmung der Stimmritze mit Convexität nach der operirten Seite. Dem Winkel dieser gekrümmten Linie entsprechen die Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpeln. Ausserdem steht der rechte Aryknorpel mehr nach rückwärts und aufwärts, als der linke, was sich aus der, in Folge des Wegfalls der Crico-arytaenoideus lateralis-Wirkung, überwiegenden Thätigkeit des Crico-arytaenoideus posticus erklärt.

Bei schwachen Intonationen bleiben zwei Spalten übrig, die eine zwischen den Stimmbändern, die andere zwischen den Stimmfortsätzen; doch bleiben die vor-

deren Enden der Stimmfortsätze der Aryknorpel in vollständiger Berührung. Auch bei der starken Intonation bleiben diese beiden Spalten übrig, aber sie sind nunmehr viel enger. Die Stimme war noch tiefer und heiserer als bei der Lähmung des Crico-thyreoideus allein.

X. Durchschneidung beider M. m. crico-thyreoidei und eines Crico-arytaenoideus lateralis.

Die sub VIII. und IX. gemachten Operationen und laryngoscopischen Studien wurden am Vormittag desselben Tages gemacht, dessen Nachmittag zu den unter X. und XI. zu erwähnenden Beobachtungen benützt wurde.

Das dritte Operationsstadium bestand in der Durchschneidung des M. crico-thyreoideus der anderen, linken Seite, wozu kein neuer Hautschnitt erforderlich war.

Die sogleich vorgenommene laryngoscopische Untersuchung zeigte, dass jetzt auch das linke Stimmband beim ruhigen Athmen eine gerade Linie bildete. Die Stimmritze hat beim gewöhnlichen Athmen eine symmetrische Form, weil auch der linke Aryknorpel jetzt mehr nach aussen rotirt ist.

Bei der Intonation ist nahezu diejenige Krümmung der Stimmritze vorhanden, welche bei der einseitigen Lähmung der M. m. crico-thyreoideus und crico-arytaenoideus lateralis gefunden wurde, aber die hinteren Enden der Glottisplatten der Aryknorpel stehen jetzt in derselben, von rechts nach links gezogene Ebene; d. h. der rechte Aryknorpel steht nicht in stärkerem Grade nach rückwärts, als der linke. Die beiden Aryknorpel

bewegen sich bei der Intonation nicht nach rückwärts und werden somit nicht stärker aufgerichtet, zum Unterschied vom normalen Zustande, in welchem, durch den Crico-arytaenoideus posticus, derartige Bewegungen am Beginn der Intonation vollführt werden. Die Crico-arytaenoidei postici haben nämlich bei unserem Versuchsthier schon beim gewöhnlichen Athmen (da die Wirkung des antagonistischen Crico-arytaenoideus lateralis wegfällt) ein Uebergewicht, so dass schon ausserhalb der Intonationsstellung die Aryknorpel permanent etwas nach rückwärts gezogen sind.

Die Spalte bei der Intonation ist etwas breiter.

In der Stimme bemerkt man fast gar keine Aenderung von der sub IX. beobachteten.

XI. Durchschneidung beider Crico-thyreoidei und Crico-arytaenoidei laterales.

Schliesslich wurde noch der M. crico-arytaenoideus lateralis auch linkerseits getrennt.

Die Stimmritze bekommt nunmehr eine ganz symmetrische, regelmässige, dreieckige Form; die beiden Schenkel dieses Dreiecks bilden ganz gerade Linien, so dass man gar keinen Vorsprung an der Stelle der Processus vocales bemerkt (s. Fig. VII. a. Taf. III.). Die Aryknorpel sind stark nach aussen rotirt und führen kaum merkbare respiratorische Bewegungen aus; wohl deshalb, weil die sehr breite Stimmritze dem Luftstrom gar keine Hindernisse bietet. Deshalb kann es beim gewöhnlichen Athmen vorkommen, dass die Stimmbänder oft längere Zeit hindurch mit ihren beiden vor-

deren Drittheilen in der Medianlinie in permanenter Berührung bleiben, so dass der Luftstrom durch ein von dem hintersten Theil der Bänderglottis und der ganzen Aryglottis gebildetes Loch von hinlänglicher Weite für das gewöhnliche Ventilationsbedürfniss genügt.

Bei der Intonation berühren sich die Aryknorpel ganz symmetrisch in der Mittellinie, sie führen (aus früher angegebenen Gründen) gar keine Bewegung nach rückwärts und aufwärts aus, zum Unterschied vom normalen Zustand. Zwischen den Stimmbändern und den Processus vocales bleibt eine grosse dreieckige Spalte übrig (s. Fig. VII. b. Taf. III.). Die Stimmbänder berühren sich in ihrem Vordertheil, aber nur auf einer sehr unbedeutenden Strecke.

Die Stimme ist durch ein höchst heiseres, tiefes und ziemlich schwaches Geräusch ersetzt, wie bei der, auch in der Intonationsstellung vorhandenen, grossen Glottisöffnung nicht anders zu erwarten ist.

Die Stimmbandsensibilität war in allen Fällen sub VIII.—XI. vollkommen normal.

Diese Erfahrung zeigt, dass die Stimmbandmuskeln (Thyreo-arytaenoidei), welche hier unverletzt sind, die Stimmbänder bei der Intonation der Medianlinie erheblich näher bringen; eine vollständige Näherung ist aber unmöglich, weil die Mitwirkung der M. m. crico-arytaenoidei laterales fehlt. Indem letztere die beiden Aryknorpel, um ihre Verticalaxe, nach einwärts rotiren, bringen sie zugleich auch die hintere Hälfte beider Stimmbänder zur Berührung in der Mittellinie.

Nach den in VI., VIII., IX., X. und XI. gewonnenen Erfahrungen sind die Symptome, welche die

Lähmung des M. crico-thyreoideus characterisiren, folgende:

1) Bei der einseitigen Lähmung: Rotation des Aryknorpels nach aussen und gerade Stellung des Randes des Stimmbandes beim gewöhnlichen Athmen.

2) Bei beiderseitiger Lähmung: ganz symmetrische, regelmässige dreieckige Stimmritze mit geradlinigen Rändern der Stimmbänder und stärkerer Rotirung der Aryknorpeln nach aussen, auch beim gewöhnlichen Athmen.

Die Hauptsymptome der Lähmung des M. crico-arytaenoideus lateralis sind folgende:

1) Bei der einseitigen Lähmung: beim gewöhnlichen Athmen gar keine Aenderung, bei der Intonation eine Krümmung der Stimmritze nach der operirten Seite und zwei Spalten zwischen den Stimmbändern und zwischen den Processus vocales.

2) Bei beiderseitiger Lähmung bleibt bei der Intonation eine grosse, dreieckige Spalte zwischen den Stimmbändern und den Processus vocales übrig.

Also sind bei der Durchschneidung des M. crico-thyreoideus characteristische Veränderungen nur beim gewöhnlichen Athmen, bei der Lähmung des Crico-arytaenoideus lateralis aber nur bei der Intonation vorhanden.

XII. Durchschneidung des M. arytaenoideus transversus.

An einem Kater, dem beide M. m. crico-thyreoidei durchschnitten waren, wurde schliesslich, einige Tage später, der M. arytaenoideus transversus von der Mundhöhle aus, mittelst einer, zu diesem Zwecke besonders

construirten, feinen und auf dem Rande gekrümmten Scheere getrennt. Die Spitzen der Scheerenbranchen wurden, um der vollständigen Trennung des M. arytaenoideus transversus sicher zu sein, bis zur Ringknorpelplatte geführt, deren oberster Rand, wie ich deutlich fühlte, ebenfalls noch getroffen wurde.

Die Stimmbänder zeigten beim ruhigen Athmen sehr schwache respiratorische Bewegungen, die in der bekannten Annäherung und Entfernung von der Medianlinie bestanden. Diese Bewegungen erfolgten aber nicht, wie es in der Norm geschieht, gleichmässig, sondern immer nur ruckweise, gewissermaassen unsicher.

Die Aryknorpel zeigten die normale Divergenz in der Richtung von hinten nach vorn, der Abstand der hinteren Enden beider Glottisplatten von einander war keineswegs auffallend grösser, als diess auch unter normalen Verhältnissen der Fall sein kann. Eine characteristische Form der Athmungsglottis war demnach nicht vorhanden.

Das Thier war fast stimmlos; nur selten producirte es ein schwaches, heiseres Geräusch. Während dieses Actes kamen die Aryknorpel und Stimmbänder einander bedeutend entgegen, doch war ihre Berührung keine vollständige, indem in dem hinteren Theil der Bänder-Glottis eine breitere Spalte als normaliter übrig blieb und selbst die Aryglottis nicht vollkommen geschlossen war.

Unmittelbar auf die Durchschneidung des M. arytaenoideus transversus folgte nur eine sehr unbedeutende Blutung, welche die laryngoscopische Untersuchung keineswegs hemmte.

Am zweiten Tage nach der Operation trat aber eine nicht geringe Blutung aus dem Larynx auf; am dritten Tage wiederholte sich die Blutung, wobei das Thier durch Mund und Nase ziemlich viel Blut abgab. Sein Appetit war kaum herabgesetzt. Am Ende des dritten Tages ging es zu Grunde.

Die Section ergab, dass die Trennung des M. arytaenoideus transversus vollkommen gelungen war. Die Schleimhaut der Aussenseite des rechten Aryknorpels zeigte eine mässige Sugillation. Ausser einigen unbedeutenden emphysematösen Stellen der sehr blassen Lungen und einer wässerigen Beschaffenheit des Blutes war nichts Abnormes zu finden. In dem Magen und in den Därmen befand sich eine nicht geringe Quantität geronnenen Blutes. Dieses Blut stammte aus dem Larynx, die Trachea und Bronchien enthielten keine Blutansammlungen.

Das Zustandekommen so starker Blutungen unter diesen Verhältnissen, bei einer nur sehr kleinen Wunde, kann wohl nur durch die unaufhörlichen Bewegungen der Aryknorpel erklärt werden, welche das Offenhalten der kleinen verletzten Venen der Schleimhautfalte zwischen beiden Knorpeln begünstigen.

In einem zweiten Fall durchschnitt ich an einem erwachsenen Kater, welcher vorher noch zu keiner Operation benützt worden war, ebenfalls von der Mundhöhle aus, nach demselben Verfahren wie im ersten Fall, den Arytaenoideus transversus sammt der ihn überziehenden Schleimhautfalte.

Sogleich nach der Durchschneidung entfernten sich die hinteren Enden der Glottisplatten ein wenig von

einander. Bei den schwachen respiratorischen Bewegungen, bewegten sich nur die vorderen Enden der Glottisplatten, die hinteren aber blieben entweder unbeweglich, oder vollführten nur sehr schwache Bewegungen. Das Interstitium interarytänoideum ist (zum Unterschied vom ersten Fall) jetzt etwas grösser, als vor der Durchschneidung (s. Fig. V. a). Die vorderen Enden der Glottisplatten machen keine stetigen, gleichmässigen Bewegungen, doch sind die ruckweisen Stösse, in die sie gerathen, nicht so auffallend wie im ersten Fall bei gleichzeitiger Durchschneidung der M. m. crico-thyreoidei. Die Stimmbänder überhaupt befinden sich nie in vollkommener Ruhe; bei der Inspiration entfernen sie sich von einander, bei der Exspiration nähern sie sich etwas. Diese Bewegungen sind sehr langsam.

In diesem Zustande des ruhigen Athmens ist die Rima glottidis zwischen den hinteren Enden der Stimmbänder, Processus vocales und vorderen Enden der Glottisplatten etwas enger als normaliter, was um so deutlicher in die Augen springt, als, wie erwähnt, die Aryglottis etwas breiter ist.

Bei der Näherung der Stimmbänder zur Intonation nimmt man nicht die Bildung des Knicks wahr; die Stimmbänder nähern sich von beiden Seiten so, dass sie fast parallel mit der Medianebene stehen; sie bilden dabei mit den beiden Glottisplatten zwei parallele Linien.

Bei der Intonation (s. Fig. V. b) berühren sich die Stimmbänder, Processus vocales und die vorderen Enden der Glottisplatten fast vollständig, wenn auch nicht in dem Grade, wie in der Norm; aber zwischen den hin-

teren Enden der Glottisplatten bleibt ein dreieckiges Loch übrig, durch welches bei der Intonation der grösste Theil der Ausathmungsluft austritt, was durch die Bildung von Luftblasen bemerklich wird, welche durch den das dreieckige Loch dann und wann verstopfenden Schleim treten. Die Näherung des Vordertheils beider Aryknorpel scheint so zu erfolgen, dass nur ihre oberen Ränder, aber nicht ihre inneren Flächen in Berührung kommen [1]).

In diesem Fall ist also die Intonationsform der Glottis anders gestaltet als in dem ersterwähnten, der freilich, wegen der Durchschneidung des Crico-thyreoideus nicht vollständig mit ihm vergleichbar sein kann.

Beim Schnurren befinden sich die beiden Aryknorpel (die Glottisplatte) in raschen und kurzen Erschütterungen; sie stehen nahe und fast parallel neben einander; während die Stimmbänder nur eine kleine Spalte zwischen sich lassen.

Die Stimme ist heiser, tiefer und schwächer; ausserdem hustete das Thier bisweilen.

Die Heiserkeit ist theilweise durch die Anwesenheit des Loches zwischen den Aryknorpeln bedingt; die Luft, welche durch dasselbe streicht, muss nothwendig Geräusche hervorbringen, welche sich dem Klang des Larynx beimischen; theilweise wird aber die Heiserkeit auch durch die unvollkommene Spannung der Stimmbänder bedingt sein, welche, bei der geringeren Fixirung der Aryknorpel nach Durchschneidung des M. arytae-

1) Nach Gerhard, in der Sammlung klinischer Vorträge Nr. 36, S. 273, »klafft der hintere Abschnitt der Stimmritze in Dreieckform« bei der Lähmung des M. arytaenoideus transversus.

noideus transversus, unmöglich richtig gespannt sein werden.

Die Verengerung des mittleren Theiles der Stimmritze ist von der überwiegenden Thätigkeit des Stimmbandmuskels und Crico-arytaenoideus lateralis bedingt.

Die Lähmung des M. arytaenoideus transversus kann also einige Verengerung der Stimmritze, Heiserkeit und unvollkommenen Verschluss der Knorpelglottis bei der Intonation bedingen und wegen dieser letzteren können Flüssigkeiten und kleine feste Körper in den Larynx gerathen und Husten erregen.

Auch in den folgenden Tagen waren dieselben Erscheinungen wahrzunehmen, nur die Stimme war weniger heiser und ich bemerkte noch, dass häufig, besonders bei schwacher Intonation, nur ein Geräusch ohne Klang vorkommt, wenn die Stimmbänder nicht stark gespannt sind. Die Entstehungsstelle dieses Geräusches ist wahrscheinlich das Loch zwischen den Aryknorpeln. Zuweilen hört man gleichzeitig und sehr deutlich das Geräusch und den Klang, jedes für sich, oder man hört zwei Klänge, einen tieferen und einen anderen höheren. Der letztere ist ganz normal nach der Höhe, so wie nach der Reinheit; der erste ist bald von den Geräuschen begleitet, bald ist er, obgleich sehr selten, ganz rein. Bisweilen geht er in einen etwas tieferen Ton über und wird zugleich weniger rein. Diese Erscheinung ist derjenigen ähnlich, welche Gibb Diplophonie genannt.

Das musikalische Verhältniss dieser beiden Klänge kann ich nicht genau definiren, doch es scheint mir, dass es nicht eine völlige Octave beträgt.

Die Erscheinung des Doppeltons wurde, meines Wissens, zuerst von Johannes Müller [1]) beobachtet an todten Kehlköpfen und durch ungleiche Spannung der Stimmbänder erklärt.

Merkel [2]) nennt diess Interferenz des Tones und bemerkt, dass der begleitende Klang in der Regel genau eine Octave tiefer liegt.

Türck [3]) beobachtete an Menschen einige Fälle von Doppeltönen und erklärt die Erscheinung, wie es scheint ganz richtig, durch kleine Wucherungen an den Stimmbändern, welche die Bänderglottis in zwei Abschnitten abtheilen, von denen ein jeder für sich einen Ton erzeugt.

In einem von diesen Fällen beobachtete er, dass der eine Ton in der Bänderglottis, der zweite in der Knorpelglottis gebildet wurde, welche letztere eine Oeffnung in Folge von unvollständiger Schliessung des hinteren Abschnittes der Knorpelglottis bildete. Er hat diesen Fall, wie es scheint nicht passend, als paralytische Diphtonie bezeichnet, weil hier zugleich eine geringe Parese der Stimmbandmuskeln bestand.

Unseren Fall können wir aber mit Recht als paralytische Diphtonie bezeichnen, weil hier die direkte Ursache der Diphtonie in einer Lähmung des M. arytaenoideus transversus begründet ist, wobei der hintere Abschnitt der Knorpelglottis nur unvollkommen ge-

---

1) Handbuch d. Physiologie d. Menschen. 1837. 2. Band. p. 187.

2) Anatomie u. Physiologie d. menschl. Stimm- und Sprachorg. Leipzig 1857. p. 628.

3) Klinik d. Krankh. d. Kehlkopfes. Wien 1866. p. 473 -482.

schlossen werden kann. Die Lähmung der Stimmbandmuskeln für sich, scheint mir diese letztere nicht bedingen zu können.

XIII. Lähmung der M. m. crico-thyreoidei, crico-arytaenoidei laterales und des M. arytaenoideus transversus.

Am vierten Tage nach der Durchschneidung der M. m. crico-thyreoidei und Trennung der M. m. crico-arytaenoidei laterales beider Seiten, wurde an der unter VIII., IX., X. und XI. erwähnten Katze, der M. arytaenoideus transversus mittelst des schon oben, unter XII. beschriebenen Verfahrens, von der Mundhöhle aus durchschnitten.

Die Aryknorpel entfernten sich sogleich etwas von einander und führten, wie das schon unter XI. der Fall war, fast gar keine respiratorischen Bewegungen aus; nur bei sehr starken In- und Exspirationen machten sie kaum merkbare Bewegungen. Die Stimmbänder berühren sich in ihren Vorderhälften fast immerfort.

Bei der Intonation berühren sich die Aryknorpel nicht; zwischen ihnen bleibt eine lange und relativ ziemlich breite Spalte übrig (s. Fig. VIII. Taf. III.); die Breite der letzteren beträgt mehr als $^1/_2$ Mm. Die Aryknorpel stehen ganz parallel. Bei s t a r k e r Intonation jedoch stehen die Vorderenden der Glottisplatten beider Aryknorpel einander etwas, aber nur sehr wenig, näher, als die hinteren Enden derselben. Durch diese offene Spalte, bei der Intonationsstellung, sieht man jetzt auch die Spalte zwischen den Processus vocales. Die ganze Stimmritze, d. h. Bänder- und Knorpelglottis,

schliesst also nicht, sie wird nur viel enger, als beim gewöhnlichen ruhigen Athmen.

Das den Stimmton ersetzende Geräusch ist jetzt noch schwächer und heiserer, als es vor der Durchschneidung des M. arytaenoideus transversus war. Das Thier hustet zuweilen.

Wir haben die jetzige Intonationsform der Glottis (Fig. VIII.) mit der unter XI. in Figur VII. b. dargestellten, zu vergleichen, um den Ausfall der Mitwirkung des M. arytaenoideus transversus für unseren vorliegenden Fall richtig würdigen zu können. Sind alle Muskeln unversehrt und bloss der M. arytaenoideus transversus gelähmt, so bleibt zwischen dem hinteren Theil beider Glottisplatten in der Intonationsstellung, das sub XII. und in Fig. V. b. beschriebene dreieckige Loch übrig, während die übrige Glottis zur feinen Spalte sich schliesst. Die Berührung der Vorderenden beider Glottisplatten ist in diesem Fall durch die Thätigkeit beider M. m. crico-arytaenoidei laterales bedingt. Sind beide M. m. crico-arytaenoidei laterales gelähmt, so ist in der Intonationsstellung weder die Stimmband- noch die Stimmfortsatzglottis zur linearen Spalte geschlossen (s. XI.), aber die Plattenglottis kommt zum medianen, linearen Verschluss. Letzterer wird also in diesem Fall durch den M. arytaenoideus transversus ausschliesslich hergestellt.

Fehlt nun, wie im vorliegenden Fall, die Mitwirkung des M. arytaenoideus transversus und beider M. m. crico-arytaenoidei laterales, so können in der Intonationsstellung beide Glottisplatten an keinem Punkt zur gegenseitigen Berührung in der Medianlinie kommen; sie

stehen nunmehr, wie wir gefunden haben, parallel zur Medianlinie und von einander durch ein nicht unerhebliches Interstitium geschieden.

Welche Kraft bewirkt aber unter den vorliegenden Bedingungen, wenn es sich um die Intonation handelt, die, wenn auch bei Weitem nicht vollständige Annäherung der Glottisplatten beider Aryknorpel? Die Vorderenden derselben vollführen, wenn sie aus der Athmungsstellung in die Parallelstellung Fig. VIII. Taf. III. übergehen, eine ausgiebige Bewegung nach einwärts. Dabei wirken in erster Linie offenbar beide M. m. thyreo-arytaenoidei, obschon ihr vorderer Insertionspunkt, wie wir aus Früherem wissen, in Folge des Wegfalls der M. m. crico-thyreoidei nicht mehr absolut fixirt ist. Diese Stimmbandmuskeln dürften aber noch nicht hinreichen, um die nunmehrige Intonationsform der Glottis vollständig zu erklären. Es ist vielleicht, nach meiner Ansicht, die Vermuthung zulässig, dass die obersten Fasern (d. h. diejenigen, welche dem oberen Rand der Lamina cricoidea zunächst liegen) der M. m. crico-arytaenoidei postici ebenfalls zur Annäherung der Aryknorpel beitragen. Diese Fasern haben in der That einen fast horizontalen Verlauf; sie gehen von der Linea eminens der Lamina cricoidea, also von innen und und unten, nach aussen und etwas nach aufwärts, um an den der Mittellinie näheren Theil des Processus muscularis des Aryknorpels zu inseriren. Von diesen Fasern können wir wohl annehmen, dass sie im Stande wären, zur Näherung der Aryknorpel etwas beizutragen.

Die eben ausgesprochene Vermuthung, dass die obersten horizontalen Fasern der Cricoarytaenoidei po-

stici die Aryknorpel einander nähern, dass also Muskeln, welche notorisch Eröffner der Stimmritze sind, indem sie die Aryknorpel um deren senkrechte Axe nach auswärts rotiren, mit gewissen ihren Fasern direkt der gegentheiligen Bewegung dienen sollen, mag gerechte Bedenken erregen. Wir dürfen jedoch niemals ausser Acht lassen, dass von einer absoluten, unter allen Umständen sich geltend machenden, Wirkung eines Muskels die Rede in allen den Fällen nicht sein kann, wo neben einem Muskel noch andere Muskeln synergisch oder antagonistisch mitwirken. Handelt es sich um Erzielung einer bestimmten Bewegung, deren gewöhnliche Herstellungsbedingungen mehr oder weniger alterirt sind, so wird in vielen Fällen auch die letzte supplementäre Muskelfaser, die überhaupt zu dieser Bewegung dienen kann, verwendet.

Wir können übrigens die Beihülfe der M. m. crico-arytaenoidei postici für den in Rede stehenden Fall vielleicht triftiger folgendermassen formuliren. Diese Muskeln ziehen normaliter die Aryknorpel zurück und fixiren dadurch die hintere Insertion der etwas verlängerten Stimmbänder absolut, wie die M. m. crico-thyreoidei die vordere Insertion der Bänder fixiren. Dabei können sie normaliter die Aryknorpel desshalb nicht nach aussen rotiren, weil zugleich der Näherer dieser Knorpel: der M. arytaenoideus transversus und beiderseits der die Processus vocales nach einwärts rotirende M. crico-arytaenoideus lateralis thätig sind. Es kann somit nur die nach hinten ziehende, aufrichtende Wirkung der M. m. crico-arytaenoidei postici übrig bleiben,

also auch deren wichtige Funktion als Fixatoren der hinteren Stimmbandinsertion.

Da nun in unserem Fall die Mithülfe des Arytaenoideus transversus und der Crico-arytaenoidei laterales eliminirt ist, so tritt eine compensirende Wirkung durch die oben erwähnten obersten, nahezu horizontalen, Fasern der Crico-arytaenoidei postici ein. Wenn auch nunmehr diese Muskeln als Ganzes innervirt sind, so brauchen nur die obersten Fasern stärker thätig zu sein, als die mittleren und unteren, um eine Rotation der Aryknorpel nach auswärts unmöglich zu machen. Dann bleibt nur die zurückziehende, vielleicht auch die gegenseitig nähernde, Wirkung auf die Aryknorpel übrig. Dann aber befindet sich auch der Thyreo-arytaenoideus unter günstigen Verhältnissen, um als Näherer der Stimmbänder, der Processus vocales und der Aryknorpel selbst wirken zu können.

Sind diese Betrachtungen richtig, so dürfte auch für die normale Intonation der besprochene Unterschied der Stärke der Innervation der verschiedenen Fasern des Cricoarytaenoideus posticus anzunehmen sein. Werden die Aryknorpeln durch diese Muskeln nach rückwärts gezogen, so müssen diese Knorpel sammt den Stimmbändern schon dadurch passiv nicht unerheblich sich beiderseitig entgegenkommen und somit die active Wirkung der Thyreo-arytaenoidei unterstützen.

Bei der Section dieses Thieres, welches zu den unter VIII., IX., X., XI. und XIII. beschriebenen Durchschneidungen verwendet wurde, stellte es sich heraus, dass sämmtliche beabsichtigte Trennungen, ohne irgend welche Nebenverletzung, wirklich ausgeführt worden sind.

XIV. Lähmung des M. thyreo-arytaenoideus einer Seite.

An einer weiblichen, erwachsenen Katze, wurde rechterseits der Recurrensstamm des M. thyreo-arytaenoideus und dieser Muskel selbst durchschnitten.

Das Verfahren ist unter XVII. angegeben; die daselbst beschriebene Operation geht aber weiter, als diejenige, mit welcher wir uns beschäftigen; der zum Stimmbandmuskel gehende Recurrensendzweig wurde auch unter XVII. getrennt. Mittelst eines stumpfen Häckchens wurde, wie i. a. § erwähnt werden wird, der Nerv, der natürlich dem Auge direkt nicht sichtbar ist, hervorgezogen und sodann durchschnitten. Das Hervorziehen des Nerven, der dadurch ziemlich stark gedehnt wird, hat gleichwohl keine schädlichen Nebenwirkungen auf die übrigen Recurrenszweige zur Folge; nach den, in hiesigem physiologischen Institut von Hr. Schleich ausgeführten Versuchen [1]) über den Einfluss der Dehnung der Nerven auf deren Funktionirung, wird die Leistungsfähigkeit des motorischen Nerven durch dehnende Gewichte, wenn sie einen gewissen, relativ ziemlich hohen, Betrag nicht überschreiten, keineswegs beeinträchtigt. Mittelst des Häckchens wurde auch ein Theil des Stimmbandmuskels hervorgezogen und derselbe durchschnitten.

Die sogleich vorgenommene laryngoscopische Untersuchung zeigte, dass beim gewöhnlichen Athmen der innere Rand des rechten Stimmbandes gegen die Medianlinie viel stärker concav ist als auf der gesunden

1) s. Zeitschrift für Biologie, 1871. Bd. 7. S. 379.

Seite; deshalb übersieht man, bei der Athmungsstellung, von dem mittleren Theil dieses Stimmbandes viel weniger als von dem der gesunden Seite. Das rechte Taschenband verläuft gerader, d. h. es macht eine geringere Concavität gegen die Medianlinie, als das der linken Seite. Bei den respiratorischen Bewegungen ist das rechte Stimmband fast unbeweglich, nur das hintere Ende desselben bewegt sich mit dem entsprechenden Aryknorpel. Der rechte Processus vocalis ragt mehr nach einwärts gegen die Medianlinie hervor. Der Aryknorpel derselben Seite steht ein wenig mehr nach auf- und rückwärts als der, der linken, gesunden Seite (s. Fig. IX. a. Taf. III.).

Bei der Intonation bleibt zwischen den Stimmbändern eine verhältnissmässig grosse Spalte übrig, welche vorn breiter ist und sich nach hinten bis zu den Processus vocales allmälig verschmälert. Diese Spalte ist von dem concaven, sichelförmigen Rand des gelähmten Stimmbandes bedingt, während der gerade Rand des gesunden Stimmbandes bis zur Mittellinie reicht. Das gelähmte Stimmband verlängert sich ein wenig bei der Intonation. Der rechte Processus vocalis steht bei der Intonationsstellung sehr wenig mehr nach rückwärts, als der linke. Die beiden Aryknorpel bewegen sich nach rück- und aufwärts fast so, wie im normalen Zustande (s. Fig. IX. b. Taf. III.).

Bei schwachen Intonationen hört man gar keine Stimme, sondern nur ein zischendes Geräusch; bei stärkeren Intonationen stellt sich die Stimme ein, aber schwächer, tiefer und etwas heiserer, als im gesunden Zustande.

Die Sensibilität des rechten Stimmbandes ist, wie es scheint, ein wenig erniedrigt, wobei freilich dahingestellt bleibt, ob nicht durch das Einführen des Häkchens in den Stimmbandkörper Zweigchen des N. laryngeus superior verletzt worden sind.

Dieser Versuch rechtfertigt die Angabe verschiedener Autoren, dass bei der Lähmung des Stimmbandmuskels der Rand des gelähmten Stimmbandes sichelförmig excavirt wird.

Tuerck [1]) sagt: »Man hat bei den laryngoscopischen Untersuchungen von Stimmbandlähmungen Atrophie der Stimmbänder in Fällen vorausgesetzt, wo deren innerer Rand sichelförmig excavirt erschien;« auch theilt derselbe unter Fall 179, eine bezügliche Beobachtung von Lähmung des linken Stimmbandmuskels mit. Er selbst ist aber der Ansicht, dass die betreffende Angabe über die Form des Randes des Stimmbandes noch sehr der Verification durch die Resultate der Section bedürfen. Es leuchtet ein, wie schwer eine solche Verification an der menschlichen Leiche in der Regel sein wird; unser Experiment beseitigt in diesem Betreff jeden Zweifel.

Auch Gerhardt bemerkt, dass »bei Unthätigkeit des eigenen Stimmbandmuskels der Rand des Bandes sich in Sichelform legt und beim Sprechen schlottert.«

---

1) Klinik d. Krankheiten d. Kehlkopfes und der Luftröhre. Wien 1866. S. 441.

XV. Lähmung beider M. m. thyreo-arytaenoidei.

Am folgenden Tage nach der einseitigen Durchschneidung des Recurrensstammes des M. thyreo-arytaenoideus und dieses Muskels selbst, wurde auch auf der anderen, linken Seite dieselbe Durchschneidung gemacht.

Die laryngoscopische Untersuchung ergab Folgendes. Beim gewöhnlichen Athmen bildet der innere Rand des linken Stimmbandes dieselbe Concavität gegen die Medianlinie, wie der innere Rand des rechten Stimmbandes. Sehr oft kommen übrigens die Stimmbänder bis zu den Processus vocales in der Medianlinie in Berührung, so dass nur die Knorpelglottis offen bleibt. Die Taschenbänder liegen ganz symmetrisch. Beide Aryknorpel stehen nunmehr auf derselben Höhe und führen, sammt den hinteren Enden der Stimmbänder, ganz gleichmässige respiratorische Bewegungen aus. Der linke Processus vocalis ragt ebenfalls mehr nach einwärts gegen die Medianlinie hervor, aber nicht so stark, als der rechte, was wahrscheinlich von einer leichten Schwellung der Theile der rechten Seite bedingt ist (s. Fig. X. a. Taf. III.).

Bei der Intonation bleibt zwischen den Stimmbändern eine Spalte übrig, die jedoch nicht grösser ist, als nach der einseitigen Durchschneidung eines Stimmbandmuskels; wohl aber ist diese Spalte vollkommen symmetrisch, also regelmässiger in ihrer Form. Sie wird von den beiden concaven Rändern der Stimmbänder begrenzt. Man bemerkt zuweilen verticale Erschütterungen der Stimmbänder bei der Intonation. Manchmal kommen die Stimmbänder in die Intonationsstellung ohne

Stimmbildung; dann sieht man keine Spalte zwischen den Bändern, was vielleicht von einer Schleimansammlung abhängt, welche sich in der Spalte zwischen den Stimmbändern bildet. Wird aber eine Stimme gebildet, so sieht man die Spalte sogleich. Die Processus vocales stehen bei der Intonation ganz symmetrisch (s. Fig. X. b. Taf. III.).

Die Stimme ist jetzt erheblich tiefer, als nach der einseitigen Durchschneidung. Bei schwachen Intonationen hört man zischende Geräusche.

Die Sensibilität des linken Stimmbandes war, wie es scheint, ein wenig erniedrigt, insofern die Berührung des inneren Randes des Stimmbandes mit der Sonde Stimmbandbewegungen und Husten nicht so schnell hervorrief, wie im normalen Zustande.

XVI. Lähmung beider M. m. thyreo-arytaenoidei und des Arytaenoideus transversus.

An derselben Katze, welcher die beiden M. m. thyreo-arytaenoidei durchschnitten waren, wurde, zwei Tage später, auch der M. arytaenoideus transversus, mittelst des mehrerwähnten Verfahrens von der Mundhöhle aus, durchschnitten. Die Durchschneidung verursachte eine nicht unbedeutende Blutung, welche jedoch keine weitere Folge hatte.

Die Aryknorpel entfernten sich sogleich nach der Operation ein wenig von einander; im Uebrigen bemerkte man, beim gewöhnlichen Athmen keine Veränderung des sub XV. beschriebenen Zustandes.

Bei s c h w a c h e n Intonationen bleibt zwischen den

Hinterenden der Glottisplatten der Aryknorpel ein dreieckiges Loch; dasselbe ist jedoch ein wenig enger und länger als nach der Durchschneidung des M. arytaenoideus transversus allein und der gleichzeitigen unversehrten Function aller übrigen Larynxmuskeln (XII.).

Bei sehr starken Intonationen bekommt aber das Loch genau dieselbe Form, welche wir, sub XII., nach der Durchschneidung des M. arytaenoideus transversus allein, gefunden haben.

Man sieht in unserem Fall jetzt zwei Spalten: eine vordere zwischen den Stimmbändern, entsprechend der sub XV. beschriebenen Form und eine hintere zwischen den Aryknorpeln.

Die Stimme ist nunmehr noch heiserer und tiefer, als nach der beiderseitigen Lähmung der M. m. thyreo-arytaenoidei. Bei schwachen Intonationen hört man nur ein Geräusch.

Die etwas abweichende Form des Loches bei schwacher Intonation ist wahrscheinlich von der unvollkommenen Berührung der Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpel bedingt; die vollkommene Berührung dieser letzteren kommt nur bei der combinirten Thätigkeit aller Schliesser der Stimmritze zu Stand, also des Crico-arytaenoideus lateralis, Thyreo-arytaenoideus und Arytaenoideus transversus und bei gleichzeitiger Mitwirkung der Fixatoren der beiden Stimmbandinsertionen, d. h. des Crico-thyreoideus und Crico-arytaenoideus posticus. Bei Lähmung beider M. m. thyreo-arytaenoidei kann die Plattenglottis nur in Folge sehr starker Thätigkeit der übrigen Muskeln vollständig geschlossen sein. Wenn aber die Vorderenden

der Glottisplatten der Aryknorpel sich nicht ganz vollständig berühren, dann werden die hinteren Enden derselben sich nicht so weit von einander entfernen.

Die Stimmbänder und die Taschenbänder beider Seiten waren (in Folge der voraufgegangenen Operationen XIV. und XV.) etwas geschwellt, besonders auf der rechten Seite; bei der Intonation aber sah man die sichelförmigen Ränder der Stimmbänder noch sehr deutlich.

Die Section ergab, dass die Fortsetzung des Recurrensstammes zum M. thyreo-arytaenoideus beider Seiten durchschnitten war.

XVII. Lähmung der M. m. crico-arytaenoideus lateralis und thyreo-arytaenoideus einer Seite.

Um zu den genannten tiefer liegenden Larynxmuskeln, resp. deren Nerven, zu gelangen muss der M. cricothyreoideus durchschnitten werden. Die von der Inactivität dieses letzteren Muskels bedingten, verhältnissmässig unbedeutenden und in unsererem Fall kaum in Frage kommenden Veränderungen des Larynxspiegelbildes sind uns aber aus Früherem bekannt, so dass die charakteristischen Symptome der Lähmung der beiden Muskeln, um die es sich hier handelt, aus der laryngoscopischen Untersuchung mit Sicherheit ermittelt werden können. Der Operationsplan bestand in der Durchschneidung des M. crico-arytaenoideus lateralis und der darauf folgenden Trennung des den Stimmbandmuskel versehenden Zweiges des N. recurrens.

Die Operation wurde an einer weiblichen, erwachsenen Katze auf folgende Weise ausgeführt:

Nach Durchschneidung des rechten M. crico-thyreoideus wurde, durch einen Assistenten, die Cartilago cricoidea nach links gezogen, mittelst eines Fadens, welcher durch die übrigbleibende untere Hälfte des durchschnittenen rechten M. crico-thyreoideus geführt war. Durch den Zug des Fadens nach links, wurde die rechte seitliche Parthie des Larynx etwas nach vorn gewendet und dadurch dem Messer besser zugänglich gemacht. Zugleich wurde durch einen Gehülfen der untere Rand der rechten Seite des Schildknorpels mittelst eines stumpfen Häkchens nach oben und nach rechts gezogen. Hierauf wurde das Bindegewebe, welches das Stratum thyreo-arytaenoideum mit der inneren Fläche des Schildknorpels verbindet, mittelst einer feinen, mässig stumpfen Hohlsonde getrennt. Der M. crico-arytaenoideus lateralis wurde mittelst derselben Hohlsonde von dem oberen Rand des Ringknorpels ganz losgelöst, sodass man den weissen Rand des Knorpels deutlich sah; endlich wurde die Fortsetzung des Recurrens zum M. thyreo-arytaenoideus am oberen Rande des M. crico-arytaenoideus lateralis mit Hülfe eines stumpfen Häkchens hervorgezogen und durchschnitten.

Die sogleich vorgenommene laryngoscopische Untersuchung ergab Folgendes:

Beim ruhigen Athmen ist der rechte Aryknorpel mehr nach aussen geneigt, so dass das vordere Ende der Glottisplatte von der Medianlinie etwas mehr entfernt ist, als auf der gesunden Seite (s. Fig. XI. a. Taf. III.). Wegen diesr Rotation nach aussen um ihre verticale

Axe kann man von der inneren Fläche der Glottisplatte nichts sehen, während die äussere besser übersehen werden kann und desshalb scheinbar breiter ist. Der rechte Aryknorpel verschiebt die Aryepiglottische Falte seiner Seite ein wenig nach aussen. Diese Veränderungen sind offenbar von der überwiegenden Thätigkeit des M. crico-arytaenoideus posticus derselben Seite bedingt.

Das rechte Stimmband mit dem Processus vocalis erscheint etwas länger, als das linke. Diese, zum Theil nur scheinbare Verlängerung rührt daher, dass man jetzt den Stimmfortsatz in seiner ganzen Länge sehen kann, weil der rechte Aryknorpel die oben erwähnte Rotation nach Aussen gemacht hat. Doch wird nicht zu läugnen sein, dass, ebenfalls durch die Thätigkeit des M. crico-arytaenoideus posticus, das rechte Stimmband ein wenig nach rückwärts gezogen ist. Der Aryknorpel der linken, gesunden, Seite macht zuweilen schwache respiratorische Bewegungen und zwar bei der Inspiration nach aussen und bei der Exspiration nach innen; während der rechte Aryknorpel entweder ganz unbeweglich bleibt oder höchstens kaum merkbare und sehr kurzdauernde Bewegungen ausführt.

Von grossem Interesse ist die Stimmritzform in der Intonationsstellung. Bei kräftigen Intonationen entstehen nur sehr heisere, tiefe und nicht besonders starke Geräusche.

Die Stimmbänder und die Aryknorpel kommen übrigens sehr häufig in Berührung ohne Spur einer Stimmbildung, man kann viertelstundenlang beobachten, dass bei jeder Inspiration die Glottis weiter wird, um

sodann während der Exspiration in den für die Intonationsstellung characteristischen Zustand überzugehen.

Der rechte Aryknorpel (s. Fig. XI. b) bewegt sich bei der Intonationsstellung nur sehr wenig und langsam nach einwärts; dabei geht sein Vordertheil bei Weitem nicht bis zur Medianlinie, gegen welche er eine schiefe Stellung einnimmt. Diese schwache Bewegung nach einwärts wird demnach vom unverletzt gebliebenen M. arytaenoideus transversus bedingt. Der linke Aryknorpel führt eine ausgiebige Bewegung aus und geht über die Medianlinie, um sich an den rechten Knorpel anzulegen. Die Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpel berühren sich jedoch nicht vollständig, indem zwischen ihnen eine kleine Spalte übrig bleibt. Das Vorderende des rechten Aryknorpels steht etwas höher als auf der linken Seite, offenbar eine Folge des Wegfalls der Thätigkeit des Crico-arytaenoideus lateralis. Die Processus vocales berühren sich ebenfalls nicht vollständig; zwischen den Stimmbändern aber bleibt eine ziemlich lange Spalte übrig. Die Länge dieser Spalte beträgt etwa die Hälfte der Stimmbandlänge; von hinten nach vorn verschmälert sich die Spalte allmälig. Die Rima glottidis bekommt demnach eine sehr unsymmetrische Form, die gewisse Aehnlichkeiten mit der, bei der einseitigen Recurrensdurchschneidung vorkommenden Intonationsform bietet. Sie ist gekrümmt und der am Vorderende der Glottisplatten liegende Winkel dieser gekrümmten Linie ist nach der gelähmten Seite gekehrt. Bei der Intonation werden die Aryknorpel nicht so deutlich nach rückwärts aufgerichtet, wie bei dem Normalzustande. Die Sensibilität ist normal.

Der Unterschied der combinirten Lähmung des M. crico-arytaenoideus lateralis et M. thyreo-arytaenoideus von der einseitigen Recurrenslähmung besteht in Folgendem:

Das gelähmte Stimmband und der Aryknorpel stehen beim Athmen hier weiter nach aussen von der Medianlinie ab als nach der Recurrensdurchschneidung, nach welcher ausserdem das gelähmte Stimmband etwas kürzer erscheint, während es hier ein wenig länger ist. In der Recurrenslähmung sind keine Bewegungen der gelähmten Seite bemerklich; hier aber sind, freilich nur sehr schwache, Bewegungen des Aryknorpels vorhanden. Endlich bleibt hier in der Intonationsform zwischen den vorderen Enden der Glottisplatten der Aryknorpel und der hinteren Hälfte der Stimmbänder eine Spalte übrig, die bei der Recurrenslähmung fehlt.

Das Vorhandensein der Spalte bei der Intonationsstellung ist die Ursache, das die Stimme absolut heiser, auch tiefer und schwächer ist als bei der einseitigen Recurrenslähmung.

Am folgenden Tage wurde die laryngoscopische Untersuchung mit dem, im Winter 1872/73 so selten benützbaren, Sonnenlicht ausgeführt, das mittelst eines Heliostaten auf den Kehlkopfspiegel geworfen wurde. Man bemerkte die oben beschriebenen Erscheinungen, natürlich noch viel besser als bei der künstlichen Beleuchtung. Ausserdem zeigte es sich, dass das rechte Taschenband etwas geschwellt, dunkelblauroth gefärbt und ein wenig ödematös war; sehr deutlich sichtbar waren die Schwingungen des linken Stimmbandes; solche des rechten konnten nicht beobachtet werden.

Die eigenthümliche Form der Stimmritze bei der combinirten Lähmung des M. crico-arytaenoideus lateralis et M. thyreo-arytaenoideus ist durch die unsymmetrische Stellung der Aryknorpeln bedingt. Der gelähmte Aryknorpel steht etwas höher als der gesunde, was von der noch vorhandenen Thätigkeit des M. crico-arytaenoideus posticus und dem Wegfall der Thätigkeit des M. crico-arytaenoideus lateralis und des Stimmbandmuskels herrührt.

Die für die Intonationsstellung characteristische Spalte zwischen dem Vordertheile beider Glottisplatten und der hinteren Hälfte der Stimmbänder beruht auf der einseitigen Wirkung des Crico-arytaenoieeus posticus der operirten Seite. Dieser Muskel richtet nicht bloss den Aryknorpel sammt Stimmband auf und zieht dieselben nach rückwärts, sondern bewirkt auch eine Rotation des Aryknorpels um dessen Verticalaxe nach aussen. Diese Aussenrotation muss erfolgen, da die antagonistische Wirkung des Crico-arytaenoideus lateralis wegfällt. Sie würde viel grösser sein, wenn nicht der M. arytaenoideus transversus beide Aryknorpel (wenigstens in ihren hinteren Dreiviertheilen) in Berührung halten würde.

Höchst wahrscheinlich ist, dass das Hinterende des gelähmten Stimmbandes ebenfalls etwas höher steht, als auf der nicht gelähmten Seite. Man kann sich aber hierüber nicht mit Bestimmtheit versichern, weil die hinteren Enden der von den Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpeln bedeckten Stimmbänder nicht sichtbar sind.

Bei der Lähmung e i n e s Recurrens ist die Stimm-

ritze während der Intonation enger; die Aryknorpel berühren sich, zum Unterschied von unserem vorliegenden Fall, vollständig, weil alle Muskeln einer Seite, ausgenommen den M. crico-thyreoideus, unthätig sind.

Die einseitige Lähmung des Thyreo-arytaenoideus bietet demnach ein total anderes laryngoscopisches Bild, als die einseitige combinirte Lähmung des Thyreo-arytaenoideus und Crico-arytaenoideus lateralis.

Fassen wir die Hauptunterschiede in der nachfolgenden Tabelle zusammen.

Einseitige Lähmung der M. m. crico-arytaenoideus lateralis, thyreo-arytaenoideus (u. Crico-thyreoideus).	Lähmung des M. thyreo-arytaenoideus (und Crico-thyreoideus).
Beim gewöhnlichen Athmen.	
Aryknorpel der gelähmten Seite mehr nach aussen geneigt, als auf der gesunden Seite. Er führt gar keine oder sehr schwache respiratorische Bewegungen aus.	Aryknorpel fast ganz normal.
Das gelähmte Stimmband ein wenig länger als auf der gesunden Seite.	Das gelähmte Stimmband ist auch ein wenig länger als das gesunde.
Die Form der Rima glottidis weicht sehr wenig von der normalen ab.	Die Rima glottidis hat eine sehr unregelmässige Form. Das gelähmte Stimmband ist stark nach aussen ausgeschweift und erscheint desshalb in seiner Mitte viel schmäler. Der Processus vocalis derselben Seite ragt sehr nach einwärts hervor.

Einseitige Lähmung der M. m. crico-arytaenoideus lateralis, thyreo-arytaenoideus (u. Crico-thyreoideus).	Lähmung des M. thyreo-arytaenoideus (und Crico-thyreoideus).
Bei der Intonation.	
Stimmritze nach der gelähmten Seite gekrümmt und stark von der Medianlinie abweichend.	Stimmritze parallel der Medianlinie. Das gesunde Stimmband erreicht die Medianlinie, das kranke bildet eine schwache sichelförmige Excavation, so dass eine ziemlich grosse Spalte übrig bleibt.
Die Spalte zwischen den Stimmbändern verschmälert sich von hinten nach vorn.	Die Spalte zwischen den Stimmbändern verschmälert sich von vorn nach hinten und sie ist ein wenig länger.
Die Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpel berühren sich nicht vollständig.	Die Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpel berühren sich vollständig.
Das Vorderende der Glottisplatte des Aryknorpels der gelähmten Seite steht etwas höher, als auf der gesunden Seite.	Auch hier derselbe höhere Stand, aber weniger stark ausgesprochen.
Man hört nur ein tiefes, heiseres und schwaches Geräusch.	Die Stimme nicht so heiser und tief, aber schwach.

XVIII. Lähmung beider M. m. crico-arytaenoidei laterales und Thyreo-arytaenoidei.

Am neunten Tage nach der, unter XVII. beschriebenen, einseitigen Durchschneidung der Fortsetzung des Recurrensstammes zum M. thyreo-arytaenoideus und der

Trennung des M. crico-arytaenoideus lateralis, wurde an derselben Katze und auf dieselbe Weise diese Operation auf der anderen, linken Seite ausgeführt.

Die Theile zwischen Haut und Kehlkopf waren inzwischen auch auf der nicht operirten Seite stark geschwellt und entzündet, so dass die Blosslegung und Durchschneidung des linken Crico-thyreoideus nicht leicht und mit Blutung verbunden war. Bei den beiderseitigen Operationen ist deshalb, wenn sie, wie die vorliegende, eingreifender sind, zu rathen, dieselben an einem und demselben Tage auszuführen, damit die unter Umständen störende Schwellung auch der Theile der nicht-operirten Seite vermieden wird. Mein Versuchsmaterial war jedoch nicht so gross, dass auf die Benützung desselben Thieres zu zwei, in verschiedenen Stadien vorzunehmenden Operationen, d. h. zur Lösung zweier vorliegenden Fragen, hätte verzichtet werden können.

Die laryngoscopische Untersuchung ergab für das gewöhnliche Athmen eine symmetrische Form der Rima glottidis (s. Fig. XII. a. Taf. III.). Die beiden Aryknorpel sind stark nach aussen rotirt und führen ganz übereinstimmende respiratorische Bewegungen aus; dabei zeigten die Aryknorpel am Operationstag zuweilen, statt continuirlich sich zu bewegen, sehr rasche ruckweise Stösse, die aber an den folgenden Tagen sich nicht mehr einstellten. Die Stimmbänder berühren sich auch in der Athmungsstellung zuweilen längere Zeit hindurch mit ihren Vorderhälften in der Medianlinie.

Bei der Intonation (s. Fig. XII. b. Taf. III.) nähern sich die beiden Aryknorpel der Medianlinie gleichmässig; aber die Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpel

berühren sich nicht vollständig und blieb zwischen ihnen ein kleines Interstitium übrig. Die beiden Aryknorpel sind jetzt gleichmässig nach aufwärts und rückwärts gezogen und stehen viel höher, als bei der Intonation im Normalzustande. Die hinteren Enden der Processus vocales berühren sich auch nicht vollständig. Die Stimmbänder berühren sich zwar, aber sie sind nicht so gespannt wie im normalen Zustande. Die jetzige Spannung ist nämlich eine ausschliesslich passive, durch die Crico-arytaenoidei postici bedingt.

Anstatt der Stimme hört man nur ein sehr schwaches, heiseres Geräusch.

Am fünfzehnten Tage wurde die Katze getödtet. Die Section ergab, dass die beiden M. m. crico-arytaenoidei laterales von dem oberen Rand des Ringknorpels vollständig getrennt und die Fortsetzungen beider Recurrensstämme zum M. thyreo-arytaenoideus jeder Seite wirklich durchschnitten waren.

XIX. Einseitige Durchschneidung der Recurrenszweigchen zum M. crico-arytaenoideus posticus und dieses Muskels selbst.

Wenn schon die nette Präparation der Recurrenszweigchen des M. crico-arytaenoideus posticus am todten Kehlkopf der Katze, wegen der Kleinheit der Dimensionen, einige Aufmerksamkeit erfordert, so ist von der Durchschneidung dieser Zweigchen am lebenden Thiere von vornherein zu erwarten, dass sie keineswegs zu den leichteren vivisectorischen Aufgaben gehören werde.

Die Operation wurde auf folgende Weise ausgeführt:

Zuerst wurde rechterseits ein Schnitt neben dem äusseren Rand des M. sterno-thyreoideus gemacht, um den unteren Rand des Cricoidknorpels bloss zu legen. M. sterno-hyoideus wurde sodann nach aussen mittelst eines stumpfen Häkchens abgezogen, der Kehlkopf aber gleichzeitig nach der entgegengesetzten Seite rotirt, um zu dessen hinteren Parthie gelangen zu können. Zu diesem Zweck wurde eine feine Nadel durch den M. crico-thyreoideus gestossen, und die Nadel durch einen Faden befestigt; ein Zug nach links am Faden brachte die gewünschte Rotation des Kehlkopfes um seine Längsaxe nach links zu Stande; dann wurde das leicht kenntliche untere Horn des Schildknorpels aufgesucht. Dicht hinter demselben geht der Recurrens (s. Taf. I. Fig. E.) nach aufwärts und vorwärts zu den inneren Larynxmuskeln; auch gibt der Recurrens in der Höhe dieses hinteren Horns dem M. crico-arytaenoideus posticus zwei Zweigchen. M. thyreo-pharyngeus wurde nach aufwärts, der äussere Rand des M. crico-arytaenoideus posticus aber mittelst Häkchens nach hinten gezogen, um die Posticus-Nervenzweigchen zu fassen und zu durchschneiden. Es sind die zwei Zweigchen, die bei der anatomischen Präparation aufgefunden werden konnten und deren Auffindung auch am lebenden Thier gelingt, wenn anders, wie in vorliegendem Fall, auch nicht ein Minimum störender Blutung, stattfindet. Um die zwei Zweigchen besser sichtbar zu machen, wird der Recurrensstamm mittelst eines feinen Häkchens ein wenig nach vorwärts gezogen.

Um der Inactivität des Crico-arytaenoideus posticus ganz sicher zu sein (da möglicherweis, ausser den zwei

Hauptzweigchen, noch andere Nervenzweigchen feinsten Calibers, die bei der anatomischen Präparation nicht nachgewiesen werden konnten, den Crico-arytaenoideus posticus versorgen) wurde sodann dieser Muskel selbst noch durchschnitten. Zu diesem Zweck wurde ein Häkchen am hinteren Rand des Recurrensstammes zwischen dem äusseren Rand des Muskels und der Lamina cricoidea durchgeführt, um den Muskel fassen, etwas hervorziehen und durchschneiden zu können.

Man kann die Muskeldurchschneidung ohne Durchschneidung des M. thyreo-pharyngeus ausführen, aber sie wird wohl viel leichter ausführbar sein nach vorheriger Durchschneidung dieses letzteren.

Bei meinem Verfahren wurde das Recurrenszweigchen, das rechterseits zum Arytaenoideus transversus geht, ebenfalls getrennt.

Die laryngoscopische Untersuchung nach der Durchschneidung des rechten M. crico-arytaenoideus posticus und des Zweigchens, das vom Recurrens zu dem M. arytaenoideus transversus geht, ergab höchst merkwürdige Resultate. Aryknorpel und Stimmband der operirten Seite sind vollständig unbeweglich! Der rechte Aryknorpel bildet mit dem Stimmband eine fast gerade Linie, die parallel zur Medianlinie verläuft und der letzteren überhaupt sehr nahe ist (s. Fig. XIII. a. Taf. III.).

Beim gewöhnlichen Athmen führt der linke Aryknorpel sammt seinem Stimmband schwache respiratorische Bewegungen aus. Diese Bewegungen müssen schon beim gewöhnlichen Athmen desshalb eintreten, weil das fast bis zur Mittellinie reichende Stimmband der kranken Seite nichts zur respiratorischen Form-

änderung der Glottis beitragen kann. Bei sehr starker Exspiration bemerkt man ein geringes Aufsteigen des rechten Stimmbandes, das sich zugleich ein wenig von der Medianlinie entfernt. Diese Bewegungen sind rein passiv und durch den Exspirationsstrom bedingt.

Die Rima glottidis zeigt also enorme Abweichungen vom Normalen, und zwar in so weit greifender Weise, wie sie nur bei der Recurrenslähmung, wenn auch in anderen Specialformen, vorkommen.

Bei der Intonation kommt das linke Stimmband und der linke Aryknorpel vollständig in Berührung mit den gleichnamigen Theilen der rechten Seite. Die feine Rima glottidis zeigt eine sehr unbedeutende Krümmung (s. Fig. XIII. b. Taf. III.). Die Convexität dieser Krümmung ist nach der kranken Seite gerichtet; die Krümmung selbst ist sehr viel geringer als die bei der einseitigen Recurrenslähmung (s. Fig. II. b) beobachtete und kann mit letzterer unmöglich verwechselt werden. Sie ist überhaupt so schwach angegeben, dass man Aufmerksamkeit anwenden muss, um sie von dem normalen Zustande der geradlinigen Intonationsglottis zu unterscheiden. Die beiden Aryknorpel sind, jedoch nur in sehr schwachem Grad, nach rückwärts aufgerichtet.

Die Stimme ist ziemlich stark, etwas unrein und tiefer, aber nicht so heiser, als bei der Recurrenslähmung.

Ich musste gegen die gewonnenen laryngoscopischen Resultate in hohem Grade misstrauisch sein; bevor durch die Section jede Ursache des Zweifels beseitigt war. Das Thier wurde während drei Tage vielfach laryngoscopirt und am vierten Tage getödtet. Alle zur

Section gekommenen Katzen wurden, wie auch diese, mittelst Leuchtgas, schnell und fast symptomlos, umgebracht.

Bei der Section wurde der Recurrens der operirten Seite von der Mitte der Trachea an nach aufwärts präparirt; der Endast desselben, sammt den Zweigchen, welche den Crico-arytaenoideus lateralis und den Stimmbandmuskel versorgen, war vollständig unversehrt; die Zweigchen, welche den rechten Crico-arytaenoideus posticus versorgen, also auch das rechte Arytaenoideustransversuszweigchen, waren, wie beabsichtigt gewesen, getrennt; der M. crico-arytaenoideus posticus, der, wie erwähnt der Vorsicht halber, ebenfalls durchschnitten wurde, erwies sich als vollständig getrennt.

Der M. arytaenoideus transversus war demnach nicht vollständig gelähmt, da er noch vom linken Recurrens innervirt werden konnte; auch beweist die Abwesenheit des uns bekannten dreieckigen Loches zwischen den Hintertheilen der Glottisplatten der beiden Aryknorpel in der Intonationsstellung, dass eine Lähmung des Arytaenoideus transversus nicht stattfand.

So bedeutende Veränderungen in der Form der Stimmritze, wie sie in unserem Fall bei Lähmung eines einzigen Muskels gefunden wurden und die dem Umfang nach fast gleich sind den Veränderungen bei der Lähmung aller Larynxmuskeln einer Seite, deuten auf eine sehr wichtige Function des M. crico-arytaenoideus posticus, der ja auch bei weitem der grösste Larynxmuskel ist.

Was die Unbeweglichkeit des Stimmbandes der operirten Seite anlangt, so kann man sie auf folgende

Weise erklären: Die erste Zusammenziehung des M. crico-arytaenoideus lateralis, nach der Durchschneidung des M. crico-arytaenoideus posticus, stellt das rechte Stimmband näher zur Medianlinie und es bleibt immerfort in dieser Lage, weil keine Kraft mehr vorhanden ist, welche das Band nach aussen bewegen könnte.

Wenn der Crico-arytaenoideus lateralis beim gewöhnlichen Athmen in unserem Fall unthätig wäre, so müsste das Stimmband in eine solche Lage kommen, welche der nach der Recurrensdurchschneidung beobachteten identisch wäre. Aus der von Fig. II. a. sehr abweichenden Form unserer Fig. VIII. a. muss aber auf permanente Thätigkeit des Crico-arytaenoideus lateralis geschlossen werden; er zieht demnach das rechte Stimmband ein wenig nach innen, weil er jetzt keinen Antagonisten hat.

Bei der Intonation kann der Aryknorpel der verletzten Seite in Folge des vom Stimmbandmuskel ausgeübten Zuges nicht nach vorwärts rücken, da der Arytaenoideus transversus den Aryknorpel der verletzten Seite in Berührung mit dem der gesunden Seite hält. Die Einwärtsrotation des Aryknorpels um seine Verticalaxe, in Folge der Wirkung des Crico-arytaenoideus lateralis, ist auf der gesunden Seite unter etwas günstigeren Bedingungen möglich; da der betreffende Aryknorpel direct unter der nach rückwärts ziehenden aufrichtenden Wirkung des Crico-arytaenoideus posticus steht. Deshalb ist wohl auch das Stimmband der gesunden Seite bei der Intonation ein wenig mehr gespannt als das der kranken Seite, letzteres kann also dem Band der anderen Seite weniger gut Widerstand

leisten, so dass die Rima glottidis der Intonationsstellung die früher erwähnte sehr schwache Krümmung mit der Convexität nach der kranken Seite erfährt.

XX. Durchschneidung beider M. m. crico-arytaenoidei postici.

An einem grossen kräftigen Kater wurden beide M. m. crico-arytaenoidei postici durchschnitten. Es lag im Plan, jederseits nur die Recurrenszweigchen dieses Muskels zu durchschneiden, was übrigens nur dann möglich ist, wenn auch nicht die allergeringste Blutung die Aufsuchung dieser feinen Nervenzweigchen erschwert. In diesem Fall machte eine geringe Blutung die Erkennung der Nervenzweigchen unmöglich; deshalb durchschnitt ich, während ein Gehülfe den Kehlkopf stark nach der entgegengesetzten Seite drehte, den Crico-arytaenoideus posticus der rechten Seite. Die Kehlkopfdrehung um dessen Axe erfolgte so stark, dass es möglich war, von der rechten Seite aus und ohne einen neuen Einschnitt machen zu müssen, auch den Crico-arytaenoideus posticus der linken Seite fassen und durchschneiden zu können. Die Recurrenszweigchen, die zu diesem Muskel gehen, blieben an ihren Abgangsstellen, wie später die Section zeigte, beiderseits unverletzt.

Wenn (s. XIX) nach Durchschneidung eines Crico-arytaenoideus das Stimmband der operirten Seite fast bis in die Medianlinie zurückgeht, so lassen sich für die beiderseitige Trennung dieses Muskels eine sehr enge Stimmritze und die schwersten Respirationsstörungen erwarten. So war es auch im vorliegenden Fall. Nach

Trennung auch des zweiten Muskels stellte sich schwere Dyspnoe ein, die alsbald von den Erscheinungen der Asphyxie begleitet wurde. Die Augen standen offen, prominirten stark, die Pupillen waren sehr weit und die Conjunctiva völlig reizlos geworden. Es wurde nun schnellstens die Tracheotomie gemacht und durch die beiden Ränder der Trachealöffnung wurden Fäden durchgeführt, um die Oeffnung gehörig erweitern zu können. Auffallend schnell hatte sich das Thier aus dem tief asphyktischen Zustand erholt.

Die sogleich vorgenommene laryngoscopische Untersuchung zeigte, dass die beiden Stimmbänder sammt den Aryknorpeln unbeweglich bleiben. Die Stimmbänder standen näher zur Medianlinie, aber zwischen ihnen blieb eine verhältnissmässig grosse Spalte übrig. Die Aryknorpel waren einander näher, als nach der beiderseitigen Recurrensdurchschneidung; sie verliefen aber nicht ganz parallel, d. h. die Vorderenden der Glottisplatten der Aryknorpel stehen ein wenig weiter von einander, als die hintern Enden derselben (s. Fig. XIV. Taf. III.). Die Vorderenden der Stimmfortsätze bilden einen ziemlich starken Knick nach einwärts.

Bei der Inspiration nähern sich die Stimmbänder bis fast zur gegenseitigen Berührung, bei der Exspiration aber entfernen sie sich von einander. Diese Bewegungen sind ganz passive und kommen von derselben Ursache her, wie nach der Recurrensdurchschneidung.

Eine Stimme ist nicht vorhanden, auch wenn die Trachealöffnung verschlossen wird.

Zuweilen, aber nur sehr kurze Zeit, athmet das Thier, wie es scheint, ganz ruhig, grösstentheils aber

hatte es sehr starke Athemnoth, welche noch zunahm, wenn die Trachealöffnung vorübergehend geschlossen wurde.

Das Thier wurde getödtet und ergab die Section, dass die beiden M. m. crico-arytaenoidei postici wirklich durchschnitten waren, nur einige obersten Fasern dieser Muskeln waren unverletzt. Die beiden N. n. recurrentes waren unverletzt. Der todte Larynx verharrte in der Intonationsstellung.

Während des Druckes dieses Bogens veröffentlichte in der Berliner klinischen Wochenschrift, Nr. 7, Dr. F. Riegel einen, in der Würzburger Kinderklinik an einem 6jährigen Knaben beobachteten und durch die Obduction sichergestellten, Fall von doppeltseitiger (atrophischer) Lähmung des M. crico-arytaenoideus posticus. Patient litt an schwerer inspiratorischer Dyspnöe; eine zwischenlaufende Bronchienentzündung machte die Tracheotomie nöthig, welche bedeutende Besserung brachte. Gleichwohl trat nach mehrmonatlichen Leiden, zu denen sich schliesslich ein Masernausschlag gesellte, der Tod ein. Die permanente Verengerung der Stimmritze und die Zunahme dieser Verengerung bei der Inspiration, nebst bedeutender Dyspnöe war auch in diesem Fall vorhanden; es konnte aber — zum Unterschied von unserer Beobachtung — eine Stimme gebildet werden, wobei die Glottis »einen normalen Verschluss« zeigte.

XXI. Wunden des Stimmbandes.

Zur Herstellung von Schnittwunden am Stimmband diente ein, besonders construirtes, mit einem passenden Handgriff versehenes Stahlstäbchen, dessen Krümmung der Mund- und Rachenhöhle der Katze entspricht und das an seinem freien Ende ein sehr kurzes Messerchen mit stumpfem Rücken und scharfer Schneide trägt. Das mit stumpfer Spitze versehene Messerchen ist an das

Stahlstäbchen so angeschraubt, dass man die Schneide vor Einbringung des Instrumentes nach jeder beliebigen Richtung einstellen kann.

I) An einem erwachsenen Kater wurde ein transversaler Schnitt dicht vor dem rechten Processus vocalis gemacht; der Schnitt nahm bei der Athmungsstellung die ganze sichtbare Breite des Stimmbandes ein. Die Blutung war unbedeutend. Die Ränder des Schnittes entfernten sich sehr wenig von einander, wie die laryngoscopische Untersuchung sehr deutlich ergab. Der Processus vocalis der rechten Seite stand mehr nach einwärts, als der linke. Der entsprechende Aryknorpel war ein wenig mehr nach aussen gekehrt.

Bei der Intonation bleibt zwischen den Stimmbändern ein kleines, dreieckiges Loch (s. Fig. XV. Taf. III.).

Die Stimme war unrein und heiser.

Am zweiten Tage nach der Operation war der Schnitt nicht mehr sichtbar, aber an der Stelle desselben das Stimmband geröthet und geschwellt. Bei schwacher Intonation machte der rechte Aryknorpel seine Bewegung nach einwärts langsamer und kam nicht ganz vollständig mit dem linken Aryknorpel zur Berührung; bei kräftiger Intonation jedoch war die Berührung vollständig. Die heisere Stimme war in letzterem Fall durch ein sehr unreines Geräusch ersetzt.

Am dritten Tage nahmen Geschwulst und Röthe des Stimmbandes zu, auf demselben erschienen rothe, in dessen Längsrichtung verlaufende Streifchen (wohl injicirte Blutgefässe), die sich von der Stelle des Schnittes nach vorn fast bis zum Vorderende des Stimmbandes

erstreckten. Die Glottisspalte hatte eine unregelmässige Form.

Bei der Intonation bleibt eine lineare und kurze Spalte übrig und man bemerkt keine Unregelmässigkeit. Die Stimme war etwas höher und heiser.

Am vierten Tage war beim Athmen das rechte Stimmband nach seiner ganzen Länge breiter. Beim ruhigen Athmen berührten sich die Stimmbänder sehr oft, sodass die Bänderglottis eine lineare Form zeigte. Die Platten- und Stimmfortsatzglottis blieb aber offen. Die Röthe und die Geschwulst sind wie früher. Die Stimme ist weniger heiser und höher.

Am fünften Tage steht das Vorderende des Processus vocalis beim Athmen noch mehr nach einwärts. Die Röthe und die Geschwulst haben abgenommen; an der Stelle des Schnittes sieht man jetzt eine kleine Vertiefung.

Am sechsten Tage fast gar keine Veränderung.

Am siebenten Tage hat die Schwellung in der Umgebung der verletzten Stelle fast gänzlich aufgehört; die Röthe ist an der Stelle des Schnittes nur noch sehr mässig. Es ist nur eine sehr kleine Vertiefung an dieser Stelle wahrnehmbar und die Form der Stimmritze ist fast normal. Die Stimme ist noch etwas heiser, und nicht so hoch wie früher.

Am achten Tage ist fast Alles normal; die zurückbleibende Narbe wird durch eine sehr unbedeutende Vertiefung kenntlich; die Narbe selbst ist etwas rosaroth und sehr schmal. Bei der Intonation nimmt die, in der Längsrichtung des Stimmbands liegende, Breitendimension der Narbe, in Folge des Längerwerdens des

Stimmbandes, zu. Die Stimme, obgleich noch heiser, ist schon tiefer, weil die Spalte zwischen den Stimmbändern ein wenig länger ist.

II) Später wurde am linken Stimmband desselben Thieres mittelst eines sehr feinen, zweischneidigen und scharfspitzigen Messerchens, welches an das oben erwähnte Stahlstäbchen angeschraubt war, ein longitudinaler, das Stimmband durchbohrender Schnitt gemacht von ungefähr $2^1/_2$ Mm. Länge. Die Wunde verlief mit dem Stimmbandrand ungefähr parallel und war von demselben, die Intonationsstellung angenommen, etwa $^1/_2$ Mm. entfernt. Die Blutung war sehr unbedeutend. Nach einigen Minuten war, jedoch nur mit grosser Aufmerksamkeit, dieser Schnitt in Gestalt einer sehr feinen, rothen Linie sichtbar. Die Stimme war ein wenig heiser.

Durch Einbringung einer feinen Sonde in die Wunde, deren Spitze in der Trachea sichtbar war, wurde der Beweis geliefert, dass das Stimmband wirklich perforirt war. Schon am folgenden Tage war fast keine Spur des Schnittes mehr bemerklich, die Stimme jedoch ein wenig heiser.

Diese Erfahrungen beweisen, dass einfache Wunden des Stimmbandes, longitudinale natürlich noch mehr als transversale, sehr schnell heilen und dass kleine Verletzungen des Stimmbandes, wie sie bei chirurgischen Operationen theils unumgänglich nöthig sind, theils auch wohl, gegen die Absicht des Operateur's, hier und da zufällig vorkommen mögen, von keinen nachhaltigen schädlichen Wirkungen begleitet sind.

Das Thier laborirte von Anfang an, schon vor den

an ihm gemachten Verletzungen, an abnorm flüssigen Stühlen. Nach dreitägiger heftiger Diarrhöe erfolgte, unabhängig von der gemachten Verletzung, der Tod.

Die Section ergab zahlreiche Erosionen der Dünndarmschleimhaut.

III) Die Verheilung von Stimmbänderwunden in einem Kehlkopf, dessen Sensibilität vernichtet ist, scheint ein gewisses Interesse zu bieten. Deshalb machte ich in einer kräftigen Katze, deren beide N. n. laryngei superiores einige Zeit vorher durchschnitten waren, einen transversalen Schnitt, neben dem Processus vocalis, in das rechte Stimmband, mittelst des oben erwähnten Messerchens. Die Grösse des Schnittes betrug den ganzen bei der Athmungsstellung sichtbaren Theil des Stimmbandes. Die entzündliche Reaction bot keine wahrnehmbaren Unterschiede von dem, oben sub I) beschriebenen Fall. Sechs Tage nach der Verwundung bildete sich schon die Narbe. Ein Unterschied des Verheilungsprocesses gegenüber den unter I) und II) beschriebenen Fällen konnte somit nicht constatirt werden.

Zu diesem Versuch war das in § XXIII. (Ende) erwähnte Thier verwendet worden, das aus der, später zu erwähnenden Ursache, eine bedeutend heisere Stimme schon vor der Verwundung hatte. Nach der Verwundung stellten sich bloss unreine Geräusche ein, was selbstverständlich ist, wegen des im verletzten Stimmband angebrachten Loches. Diese Geräusche blieben aber auch in der Periode der Verheilung der Wunde.

IV) An einer Katze wurde zuerst ein longitudinaler Schnitt von etwa 2½ Mm. Länge in das rechte Stimmband mittelst des zweischneidigen Messerchens gemacht.

Die Schnittwunde zeigte vom freien Stimmbandrand in der Intonationsstellung einen Abstand von etwa 1 Mm. Nachdem die Wirkungen dieses, mit höchst geringer Blutung verbundenen Schnittes, laryngoscopisch festgestellt waren, wurde, 1/4 Stunde später, vom hinteren Ende dieser Schnittwunde aus, ein zweiter Schnitt in schiefer Richtung bis zum Stimmbandrand geführt, so dass ein kleiner Lappen entstand (Fig. XVI. a. x), dessen freies Ende in die Trachea herabragte.

Beim gewöhnlichen Athmen bemerkte man eine sehr grosse Wunde, deren Ränder weit von einander abstanden. Der rechte Processus vocalis (Fig. XVI. a. 6.) ragte stark nach einwärts hervor. Bei der Intonation (Fig. XVI. b) zeigte sich ein sehr grosses, ungefähr viereckiges Loch im verwundeten Stimmband; das unversehrte Stimmband trat bis zur Medianlinie und ebenso zeigten der Arytheil der Glottis und der vorderste Theil der Bänderglottis beim Intoniren die normale feine Linie in der Medianebene.

Die Stimme war nach dem ersten longitudinalen Schnitt noch in ungeschwächter Stärke vorhanden, obgleich etwas unrein und heiser; nach dem zweiten Schnitt aber trat vollkommene Stimmlosigkeit ein.

Am folgenden Tage waren die Theile geschwellt und demnach das Loch etwas kleiner. Die Stimmlosigkeit dauerte auch in den nächsten Tagen fort.

Am sechsten Tage wurde mittelst eines besonderen Aetzmittelträgers die Wunde mit Argentum nitricum cauterisirt, wodurch ein weisser Schorf entstand. Stimmtöne stellten sich schon dann und wann ein.

Am siebenten Tage, d. h. 24 Stunden nach der

Cauterisation bemerkte man keine Spur des Schorfes mehr. Das Loch aber war viel kleiner und gab das Thier wiederum Töne an, jedoch von unreinem Timbre.

Am neunten Tage war nur noch die Schleimhaut des Processus vocalis geschwellt; diese, sowie das Vorderende der Glottisplatte des Aryknorpels und die äussere Fläche des Knorpels zeigten eine mässige Röthung. Die frühere Wunde ist nur noch an einer mässigen Ausbuchtung im Stimmband kenntlich (Fig. XVI. c); der Stimmbandrand an dieser Stelle ist weniger scharf und in der Richtung von oben nach unten etwas dicker. Bei der Intonation bleibt (Fig. XVI. d) im Rand des verletzten Stimmbandes eine längliche, schmale Lücke übrig, deren medianer gerader Rand vom Stimmband der anderen Seite gebildet wird, und deren äusserer Rand eine schwache Convexität nach aussen bildet.

Am zehnten Tage ist die Schwellung fast verschwunden. Die Spalte zwischen den Stimmbändern hat in der Intonationsstellung der letzteren, eine noch geringere Breite, als am Tag zuvor. Die Stimme ist noch heiser.

Am eilften Tage wurde eine zweite und zwar viel stärkere Cauterisation gemacht, welche einen sehr dicken Schorf erzeugte, der erst nach drei Tagen (d. h. am 14ten Tage nach der Verwundung) verschwand. In diesen drei Tagen nahmen die Schwellung und die entzündlichen Erscheinungen bedeutend zu, so dass die Rima glottidis verengert und von unregelmässigen, gezackten Rändern begrenzt war. Das Thier hatte in dieser Zeit keinen Appetit. Am 14ten Tage war, wie bemerkt, jede Spur des Schorfes verschwunden. Der vernarbte

Rand des verletzten Stimmbandes bildete die, schon früher erwähnte, leichte Excavation nach Aussen, die auch in der gewöhnlichen Athmungsstellung kenntlich war. Der rechte Processus vocalis ragte mehr nach einwärts hervor und war zugleich etwas kürzer, als auf der gesunden Seite. Bei der Intonation zeigte die Spalte zwischen den Stimmbändern eine etwas grössere Breite, als am zehnten Tage, vor der zweiten Cauterisation. Die Stimme war reiner, als früher, aber auffallend tief in Folge der Schwellung des rechten Stimmbandrandes.

In den vier nächstfolgenden Tagen (bis zum 18ten Tage) waren die Erscheinungen sehr wechselnd. Es traten Zustände ein, wo mit hohen und ziemlich starken Stimmtönen nur mässige Geräusche sich verbanden, während in anderen Perioden statt der Stimme bloss ein tiefes, heiseres, schwaches Geräusch producirt wurde. In letzterem Fall war die Intonationsstimmritze viel breiter als in Figur XVI. d; das gesunde Stimmband trat auch hier bis zur Medianebene, aber der Glottisrand des vernarbten Stimmbandes zeigte eine ziemlich starke sichelförmige Excavation, wie bei der einseitigen Lähmung eines Musculus thyreo-arytaenoideus. Das Taschenband auf der operirten Seite wurde zugleich bei der Intonation der Medianlinie so stark genähert, dass der Stimmfortsatz dieser Seite nicht sichtbar war.

Diese Beobachtung fiel in die Zeit des Druckes dieser Schrift, so dass auf die Schilderung des weiteren Verlaufes dieses Falles leider verzichtet werden muss.

XXII. Die Stimmritzformen bei Trachealfisteln.

Von Interesse sind ohne Zweifel die Formen, welche die Glottis annimmt, wenn sie der Athmung nicht dient, d. h. wenn durch eine angelegte Trachealfistel, von genügender Weite der Oeffnung, sämmtliche Luft auf dem kürzesten Weg in das Athmungsorgan ein- und austritt. Die praktische Laryngoscopie hat schon mehrfach Beobachtungen anstellen können an Kehlkopfkranken, denen, wegen Erstickungsgefahr, eine Trachealfistel angelegt werden musste; die durch Neubildungen u. s. w. in solchen Fällen abnorm veränderte Glottisform gibt aber natürlich keine Anhaltspunkte, wie sich eine sonst normale Glottis bei gleichzeitiger Trachealfistel verhalten würde.

Einer weiblichen Katze wurde, ohne jegliche Blutung, die Trachea blossgelegt und durch einen genügend grossen Längsschnitt eröffnet; sodann wurde eine, mit einem nach aussen mündenden Seitenröhrchen versehene, Canüle in die Trachea eingebracht. Die Dimensionen der Canüle waren leider nicht von der Art, dass die Luft unter allen Umständen bei jedem Athemzug ausschliesslich nur durch das Seitenröhrchen strömte. Deshalb wurden, nach Entfernung der Canüle, zwei Fäden durch die Trachealwundränder geführt, dieselben in entgegengesetzten Richtungen gezogen und dadurch eine weite Oeffnung gesetzt, durch welche die Ventilation ausschliesslich geschah. Das Thier war dann absolut stimmlos. Beim Nachlass des Zuges auf die Fäden, schloss sich die Wunde grossentheils, so dass ein be-

trächtlicher Theil der Luft durch den Larynx ging und mässig starke Stimmtöne entstanden.

Bei der vollständigen Ventilation durch die Trachealöffnung zeigten die Stimmbänder gleichwohl die typischen respiratorischen Bewegungen; da das Thier überhaupt ziemlich energisch athmete, so waren die respiratorischen Stimmbandbewegungen ebenfalls energisch; während der Inspiration entfernten sich die Bänder erheblich von der Medianlinie, um während der Exspiration sich derselben wieder mehr oder weniger zu nähern. Die Glottis war also am Ende der Inspiration viel weiter, als am Ende der Exspiration.

Von Interesse ist, dass unter diesen Umständen die Glottis ziemlich häufig in die Intonationsstellung vorübergehend überging; die Aryknorpel richteten sich auf und kamen, sowie die Stimmbänder, zu vollkommener Berührung. Aber nicht die leiseste Stimme wurde dann gebildet; sie konnte nicht entstehen, da der Luftdruck unterhalb der Stimmbänder bei den gegebenen Umständen viel zu schwach war. Ohne Zweifel waren auch die Stimmbandmuskeln (Thyreo-arytaenoidei) in activer Spannung.

Es kann nicht Wunder nehmen, dass auch dann, wenn der Larynx bei der Respiration nicht functioniren kann, die der In- und Exspiration dienenden, Larynxmuskeln gleichwohl ihre Thätigkeit, und zwar in derselben Intensität, fortsetzen, welche dem Spiele der übrigen Athmungsmuskulatur entspricht. Der ganze Vorgang wird ja bekanntlich von einem gemeinsamen Centralorgan aus regiert, dessen Einflüsse sich auch dann geltend machen müssen, wenn die normalen Luft-

wege, wie in unserem Fall, in zwei Hälften geschieden sind und der Luftwechsel bloss durch die untere Hälfte derselben vermittelt werden kann.

XXIII. Reizung der Nerven und Muskeln des Kehlkopfes.

Die Durchschneidung der Larynx-Nerven und Muskeln setzt stabile Zustände, welche mittelst des Spiegels in aller Ruhe und Bequemlichkeit so lange wiederholt untersucht werden können, bis man zu einem sicheren Endergebniss gelangt ist.

Sehr viel schwieriger ist die Laryngoscopie während der Reizung einzelner, blossgelegter Muskeln, Nerven oder gar Nervenzweigchen des Larynx. Die Beobachtungszeit ist hier jeweils nur eine kurze, ja momentane; auch können die Beobachtungen nicht allzuhäufig an demselben Nerven wiederholt werden. Solche Reizversuche — die aber künftig nothwendig angestellt werden müssen im Interesse einer allseitigen Erforschung der Larynxfunctionen — erfordern ohne Zweifel ein sehr grosses Material an Versuchsthieren. Ich musste von der Verfolgung dieser Aufgabe um so mehr abstehen, als das mir zu Gebot stehende Material nicht vollständig ausreichte, um sämmtliche Combinationen von Muskellähmungen untersuchen zu können.

In einem Falle wurde der durchschnittene N. laryngeus superior einer Seite mittelst mässig starker Schläge der Intonationsmaschine gereizt.

Die Ansprache des peripheren Nervenstückes zeigte keine deutlich wahrnehmbare Veränderung des Larynxspiegelbildes in Folge der hier zu erwartenden Contraction

des entsprechenden M. crico-thyreoideus. Bei der Reizung des centralen Stückes des Nerven aber bewegte sich das entsprechende Stimmband bis zur Medianlinie und blieb eine sehr kurze Zeit unbeweglich in dieser Lage, ein Erfolg, der mit den, durch anderweitige Hülfsmittel gewonnenen, Erfahrungen Rosenthal's übereinstimmt, welcher unter diesen Umständen reflectorische Exspirationsbewegungen beobachtet hat.

Ueber intralaryngeale electrische Reizung habe ich, vorzugsweis in der Absicht, mich in diesen Technicismen einzuüben, eine Anzahl Versuche gemacht. Als Electricitätsquellen dienten die gewöhnliche Inductionsmaschine und die magnet-electrische Maschine Stöhrer's. Die zur direkten Reizung bestimmten beiden feinen Electrodendrähte ragten aus dem unteren Ende eines passend gekrümmten Glasröhrcheus hervor und konnten leicht an jede beliebige Stelle des Kehlkopfes und in jedem beliebigen Electrodenabstand applicirt werden.

Operirt man am normalen Thier, so stören die zum Theil heftigen Hustenbewegungen in hohem Grad. Bequemer sind die Versuche, wenn man, wie ich verfuhr, vorher die beiden N. n. laryngei superiores durchschneidet.

Die Berührung des Stimmbandes oder des Aryknorpels mit den Electroden rief immer sehr rasche Zuckungen derselben hervor, sowie eine mässige Näherung derselben zur Medianlinie. Auch bemerkte ich, nach mehrtägiger häufiger Electrodenapplication, eine Schwellung der Larynxschleimhaut, sammt bedeutender Heiserkeit der Stimme, die viel heiserer war als nach der blossen Trennung der oberen Larynxnerven. Ich

zweifle, ob methodische Reizungsversuche bestimmter Larynxmuskeln mittelst der intralaryngealen Methode überhaupt möglich sind.

XXIV. Application von Medicamenten auf die Kehlkopfschleimhaut.

Nicht selten braucht man in der layngoscopischen Praxis Narcotica, um die Empfindlichkeit der Theile des Larynx zu vermindern und bepinselt zu diesem Zwecke dieselben vorzugsweise mit Morphiumlösung oder mit Chloroform.

Um die örtlich anaesthesirende Wirkung dieser Mittel zu untersuchen, habe ich an dem Larynx einer kräftigen Katze eine Anzahl Versuche angestellt, die ich, da ihre Ergebnisse ziemlich bedeutunglos sind, in möglichster Kürze schildere.

Ich befeuchtete anfangs mit einem feinen Pinsel, der an die Kehlkopfsonde befestigt war, das eine Stimmband in vielfachen Wiederholungen. Jede Bepinselung sollte, durch den nur schwach befeuchteten Pinsel, bloss ein Minimum einer stark concentrirten Lösung auf das Stimmband einer Seite bringen, und dadurch zugleich wo möglich verhütet werden, dass bei den Intonationen, ein Theil der Lösung auch auf das nicht berührte Band übertrete. Der beabsichtigte Erfolg konnte aber bei aller Vorsicht nicht erreicht werden, so dass ich bald beide Bänder gleichmässig behandeln musste.

Zuerst wurde die Bepinselung mit einer sehr concentrirten Morphiumlösung gemacht, welche 1 Theil Morphium sulphuricum auf 18 Theile Wasser enthielt;

die Application blieb aber ohne allen merkbaren localen Erfolg, obgleich das Thier mässige allgemeine Morphiumsymptome zeigte. Dann experimentirte ich mit dem Bernatzik'schen Mittel in der Form:

℞ Morphii acetici gr. jjj
Alcohol. absoluti ʒj
Chloroformii rectif. ℥s.

Mit diesem Mittel wurden 30 Bepinselungen ausgeführt und nach einer Stunde eine geringe Erniedrigung der Sensibilität der Stimmbänder, nebst schwacher allgemeiner Narcose, beobachtet.

Am folgenden Tage wurden die Aryknorpel als Applicationsstellen gewählt. Das Resultat war dasselbe.

Am dritten Tage waren die Stimmbänder, sowie die Aryknorpel in entzündlichem Reizungszustand, geröthet und geschwellt, wobei die Empfindlichkeit keine Minderung zeigte.

XXV. (Anhang.) Einige phonetische Versuche am auspräparirten Larynx der Katze.

Obschon Versuche der Art von meiner nächsten Aufgabe weit abliegen, konnte ich mir doch nicht versagen, wenigstens einige Bestimmungen des Tonumfanges am auspräparirten Kehlkopf der Katze anzustellen.

In einer ersten Versuchsreihe wurden — wie Johannes Müller verfuhr — die Aryknorpel mittelst einer Nadel, welche durch dieselben, von rechts nach links, horizontal durchgeführt wurde, und mittelst der umschlungenen Naht, in engste Berührung gebracht. Der Kehlkopf, dessen Kehldeckel und Taschenbänder

unversehrt blieben, wurde an einem senkrechten Stativ befestigt, in den oberen Rand des Thyreoidknorpels ein Häkchen eingehakt, an welches eine Schnur befestigt war, die über eine Rolle lief und mittelst Gewichten variabel beschwert werden konnte. In die Trachea wurde ein Glasröhrchen eingebunden, das mit einem längeren, als Windrohr dienenden, Cautschukschlauch zusammenhing und zugleich mit einer Seitenöffnung versehen war, welche mittelst eines Cautschukrohres mit einem Quecksilbermanometer verbunden war, um den Druck der durch die Trachea strömenden Luft reguliren und messen zu können. In Ermangelung eines passenden Blasbalges benützte ich meine Exspirationsluft als Gebläse.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde der Schildknorpel fixirt und der Zug der Gewichte auf die mittelst umschlungener Naht an einander gepressten Aryknorpel angebracht. Dieses Verfahren, das schon Harless (s. dessen Artikel »Stimme« in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie) verwendete, verdient den Vorzug vor dem zuerst erwähnten, weil es die natürlichen Bedingungen besser nachahmt, insofern die variabeln passiven Spannungen der Stimmbänder von den leicht beweglichen Aryknorpeln aus regulirt werden.

Ausserdem wurden in beide Ary-epiglottischen Falten zwei Häkchen eingehakt, an welche je eine, über eine Rolle geschlagene, Schnur befestigt war, die mit geringem Gewicht beschwert wurde, um den Stimmbändern auch eine passende Transversalspannung zu geben.

Beide Methoden geben Töne von ziemlich weitem

Umfang; die zweite Methode ist jedoch auch in dieser Hinsicht die bessere; die Klänge sind reiner, natürlicher und leichter auf derselben Höhe zu erhalten.

Herr Professor Reusch hatte die Güte, mittelst des Monochordes die Höhe der am auspräparirten Larynx der Katze erhaltenen Töne zu bestimmen.

Zug an den Aryknorpeln in Grammgewichten.	Schwingungszahlen in der Secunde (Doppelschwingungen).	Musikalischer Ton.
0.	220,7.	zwischen a – h.
50.	233.	zwischen a—h.
100.	392.	etwas über g_1.
150.	418.	nahe an h_1.
200.	491.	zwischen h_1 und c_2.
250.	1017.	zwischen h_2 und c_3.
300.	1222.	zwischen d_3 und e_3.
350.	1760.	über a_3.

Der Tonumfang beträgt somit drei volle Octaven; Joh. Müller hat bei variabeler Bänderspannung am auspräparirten Larynx des Menschen einen Tonumfang von ungefähr $2^1/_2$ Octaven beobachtet.

Versuche über die Abhängigkeit der Tonhöhe vom Druck der Trachealluft konnten nicht angestellt werden, da die Lunge des Menschen zu diesem Zweck nicht als taugliches und gut regulirbares Gebläse verwendet werden kann.

Bei den niederen Tönen, in obiger Versuchsreihe, betrug die Spannung der Luft des Windrohres 16—20 Mm. Quecksilberhöhe; zur Ansprache des Larynx für höhere Töne war ein stärkerer Luftdruck, ungefähr 30—40 Mm. erforderlich.

Berichtigungen.

Seite 14, Zeile 4 von oben, statt »stumpfen« l. »abgerundeten«.
Seite 14, Anmerkung, l. »2t Edit. Band 4, p. 469«.
Seite 51, Zeile 8 von oben, statt XIII., l. XVII.
Seite 59, Anmerk., statt »Gerhard« l. »Gerhardt«.
Seite 87, Zeile 12 von oben, statt »VIIIa« l. »XIIIa«.

Erklärung der I. Tafel.

Die Nervenzweigchen mussten, der Deutlichkeit wegen, viel dicker gegeben werden, als sie wirklich sind.

Fig. A.

a. Cartil. cricoidea.
a' vorderer Ausschnitt.
a'' hinterer Ausschnitt.
b. Cartil. thyreoidea.
b' dreieck. Ausschnitt.
c. Oeffnung für den Ramus internus n. laryng. super.
d. cornua anter. Cart. thyr.
e. — poster. —
f. Körper d. Zungenbeins.
g. Hinterhorn } desselben.
h. Vorderhorn } desselben.
1. 2. 3. Knöchelchen d. Vorderhornes.
i. Kehldeckel.
j. Trachea.
k. Membrana hyo-thyr.
l. — crico-thyreoidea.

Fig. B.

Rechter Aryknorpel von aussen und oben betrachtet (eine senkrechte Stellung des Kehlkopfes angenommen) 1 u. 2 liegen senkrecht zur Papierebene, 3. 4. 5. in der Papierebene.

1. Glottisplatte.
2. Process. vocalis.
3. Vordere } Abdachung der oberen Fläche des Proc. musc.
4. Hintere } Abdachung der oberen Fläche des Proc. musc.
5. Kante zwischen beiden Abdachungen.

Fig. C. Linke Seite.

1. M. sterno-hyoideus.
2. — — thyreoideus.
3. — hyo-thyreoideus.
4. — crico-pharyngeus.
5. M. thyreo-pharyng.
6. — genio-hyoideus.
7. — digastricus maxill. infer.
8. Glandula thyreoidea.
a. Plexus gangliof. N. vagi.
b. N. vagus.
c. — laryngeus super.
c' dessen weiterer Verlauf üb. d. M. thyreo-pharyng.
d. N. depressor.
d' Ramus n. laryng. sup. ad N. depressor.
e. Recurrens. N. vagi.
f. N. sympathicus.
g. Gangl. cervic. super.
h. N. accessor. Willisii (ram. ext.)
i. N. hypoglossus.
A. Arteria carotis comm.
B. Art. carotis externa.
C. — — interna.
D. — thyreoidea.
E. — laryngea superior.
F. Vena jugul. interna.
α. Trachea.

Fig. D. Linke Seite.

1. N. laryng. sup. (dessen centrales Stück ist abgeschnitten.)
2. N. recurrens vagi.
a. Oeffnung in Cart. thyr.
b. Rami pharyngei } Nervi laryngei superioris.
c. — arytaenoidei } Nervi laryngei superioris.
d. — ary-epiglott. } Nervi laryngei superioris.
A. M. crico-arytaenoideus posticus.
B. Epiglottis.
C. Cart. thyreoid. (Innenfläche.)
D. Hinterhorn d. Zungenbeins.
E. Oesophagus.
F. Trachea.

Fig. E. Rechte Seite.

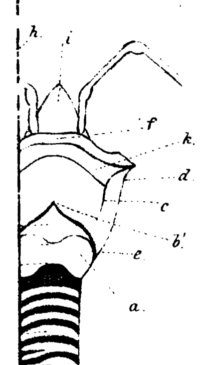
A. Cart. thyreoidea (grossentheils weggeschnitt.).
B. Cart. cricoidea.
C. Process. muscul. Cart. arytaenoid.
D. Trachea.
1. M. crico-arytaen. post. (durch ein in der Zeichnung angegeben. Häkchen nach rückwärts gezogen).
2. M. crico-arytaen. later.
3. Stratum thyreo-arytaenoid. (Stimmbandmusk.)
a. N. laryng. infer.
b. Seine Zweigchen z. M. crico-aryt. posticus.
c. Seine Zweigchen z. M. crico-aryt. lateralis.
d. Fortsetzung d. Stammes in's Stratum thyreo-arytaenoid.
e. Zweigchen z. Kehldeckel.
α. Gelenkfläche des Ringknorpels.

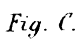
Fig. F. } Querdurchschnitte durch d. Larynx in d. Intonationsstell. (d. Nähere s. Seite 25).
Fig. G. } Querdurchschnitte durch d. Larynx in d. Intonationsstell. (d. Nähere s. Seite 25).
Fig. H. } Querdurchschnitte durch d. Larynx in d. Intonationsstell. (d. Nähere s. Seite 25).

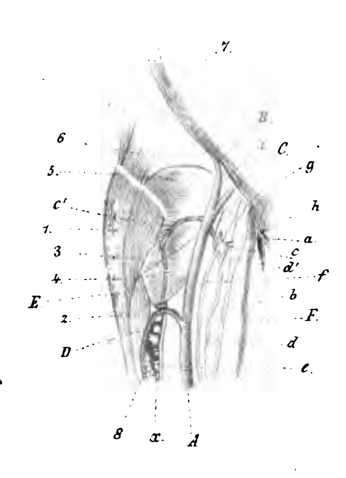
1. Ventriculus Morgagnii.
2. Taschenband.
3. Linie entsprechend der Höhe des oberen Randes des Cricoidknorpelringes.
4. Aryknorpel.

Taf. I.

Fig. A.







F.

2

Fig. G.



Fig. H.



Fig. D.

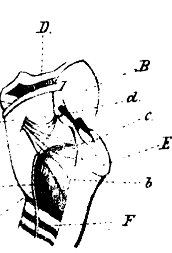


Fig. E.

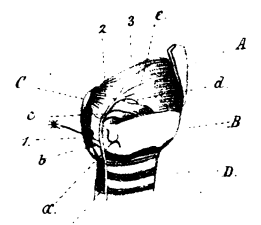
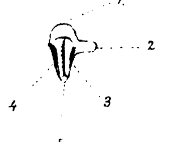


Fig. B.





Erklärung der II. Tafel.

Die Bedeutung der Ziffern 1—8 ist Seite 13 angegeben.

Normal-Zustand	Fig. I. a. Form der Stimmritze beim Athmen.	
	Fig. I. b. — bei der Intonation.	
Durchschneidung des rechten N. laryngeus inferior.	Fig. II. a. Form der Stimmritze beim Athmen.	
	Fig. II. b. — bei der Intonation.	
Durchschneidung beider N. n. laryngei inferiores.	Fig. III. a. Am Ende einer energischen geräuschvollen Einathmung.	2. Tag.
	Fig. III. b. Am Ende einer energischen Ausathmung.	
	Fig. III. c. Vollkommen ruhiges geräuschloses Athmen.	3. Tag.
	Fig. III. d. Am Ende einer energischen Inspiration.	
Durchschneidung des linken N. laryngeus superior.	Fig. IV. a. Ruhiges Athmen.	
	Fig. IV. b. Stimmbandstellung bei schnurrendem Larynxgeräusch.	
Durchschneidung des M. arytaenoid. transversus.	Fig. V. a. Ruhiges Athmen.	
	Fig. V. b. bei der Intonation.	

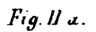

Fig. II a.


Fig. III a.

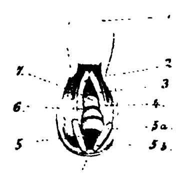
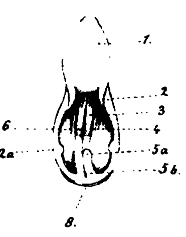




Fig. II b.

Fig. III b.



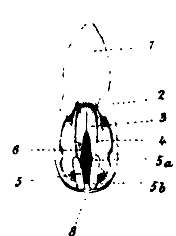
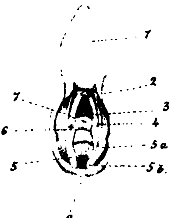


Fig. IV a.

Fig. V a.



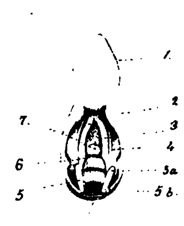
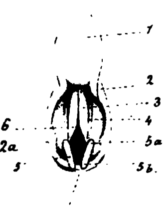
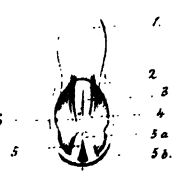


Fig. IV b.

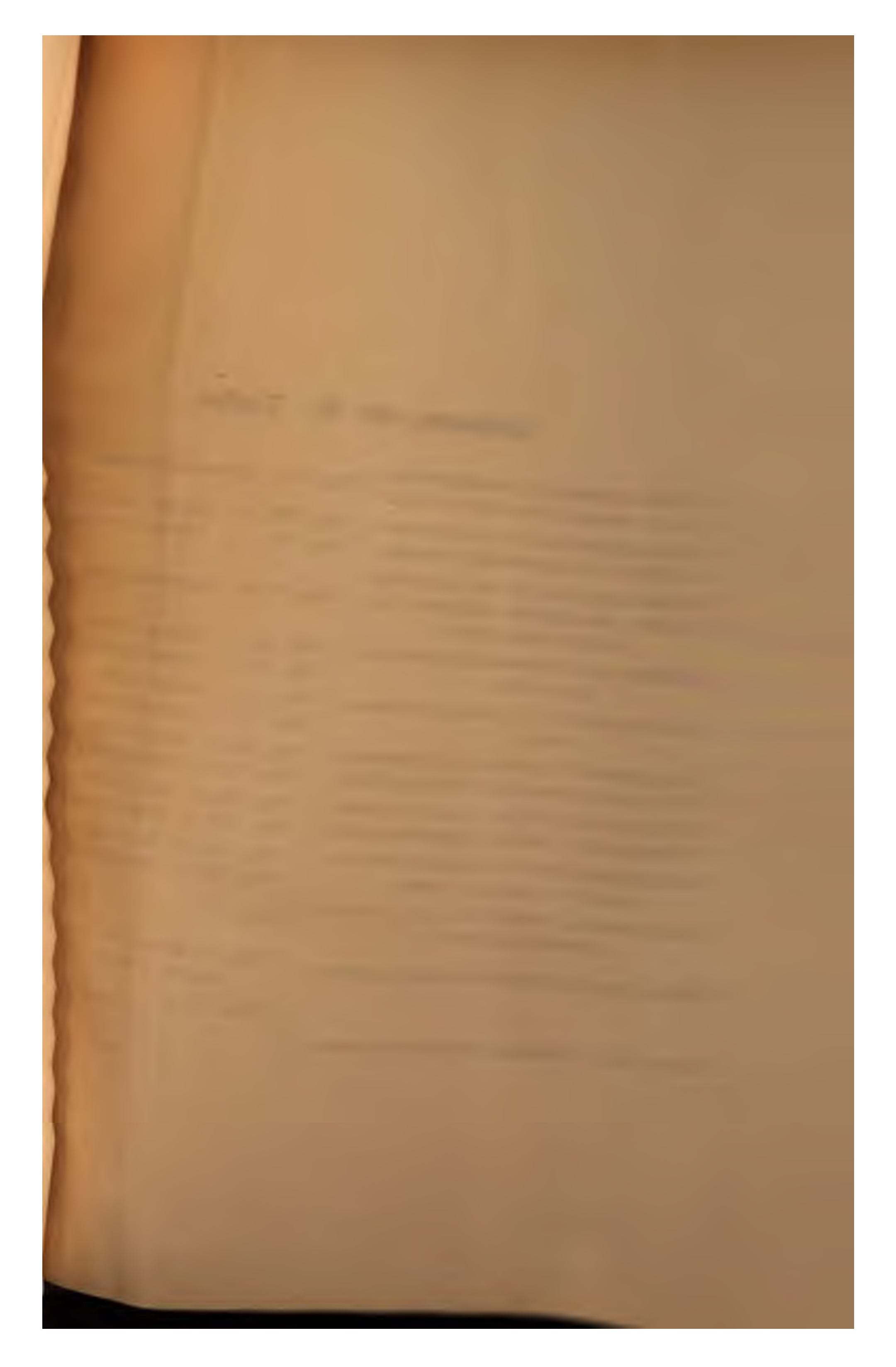
Fig. V b.





Lith Anst. v.





Erklärung der III. Tafel.

Durchschneidung M. m. crico-thyreoidei und crico-arytaen. later. rechter Seite.	Fig. VI. Intonationsstellung.
Durchschneidung beider M. m. crico-thyreoidei und crico-arytaenoidei laterales.	Fig. VII. a. Ruhiges Athmen. Fig. VII. b. Intonationsstellung.
Durchschneid. beider M. m. crico-thyreoid., crico-arytaenoid. laterales und arytanoid. transversus.	Fig. VIII. Intonationsstellung.
Lähmung des M. thyreo-arytaenoideus rechter Seite.	Fig. IX. a. Ruhiges Athmen. Fig. IX. b. Intonationsstellung.
Lähmung beider M. m. thyreo-arytaenoidei.	Fig. X. a. Ruhiges Athmen. Fig. X. b. Intonationsstellung.
Durchschneid. d. M. m. crico-arytaenoid. later. et thyreo-arytaenoid. rechter Seite.	Fig. XI. a. Ruhiges Athmen. Fig. XI. b. Intonationsstellung.
Durchschn. beider M. m. crico-arytaenoidei laterales u. thyreo-arytaenoidei.	Fig. XII. a. Ruhiges Athmen. Fig. XII. b. Intonationsstellung.
Durchschneidung des M. crico-arytaenoideus posticus rechter Seite.	Fig. XIII. a. Ruhiges Athmen. Fig. XIII. b. Intonationsstellung.
Durchschneidung beider M. m. crico-arytaenoidei postici.	Fig. XIV.
Kleine Wunde d. rechten Stimmbandes.	Fig. XV. dreieckiges Loch bei der Intonation. S. Seite 91.
Grosse Wunde d. rechten Stimmbandes.	Fig. XVI. a. — b. S. Seite 94. — c. — d. S. Seite 95.

Fig. IX a.



Fig. XI a.

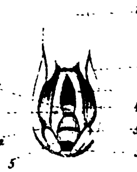


Fig. XIV.



Fig. IX b.



Fig. XI b.



Fig. XV.

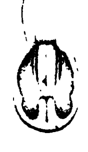


Fig. X a.

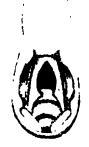


Fig. XII a.



Fig. XVI c.



Fig. X b.



Fig. XII b.



Fig. XVI d.



